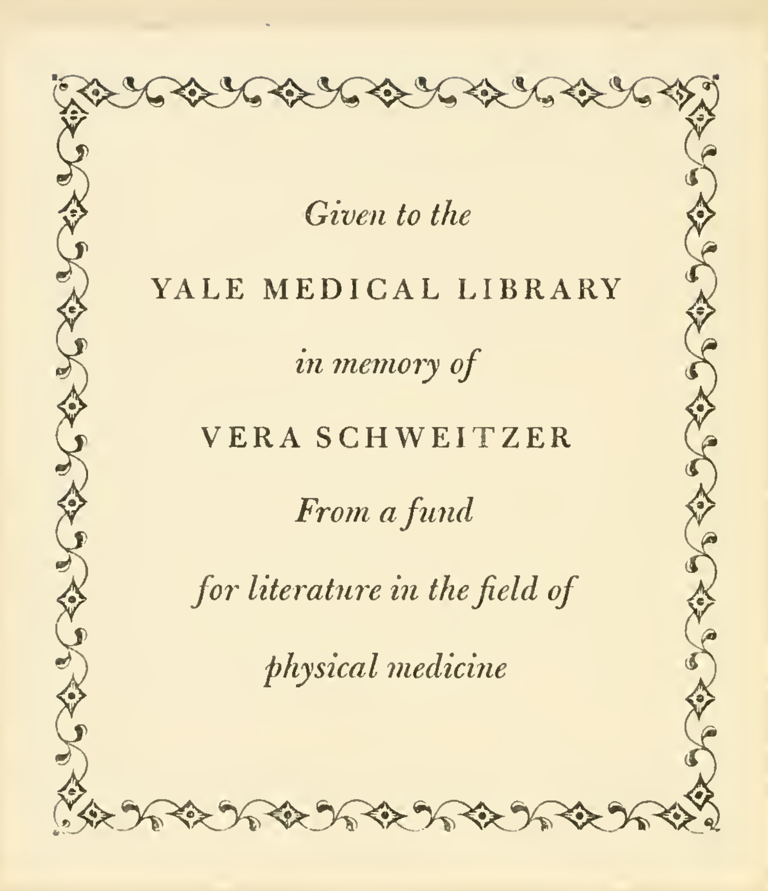



Given to the
YALE MEDICAL LIBRARY
in memory of
VERA SCHWEITZER
From a fund
for literature in the field of
physical medicine





D 429

HYGIENISCHE

26

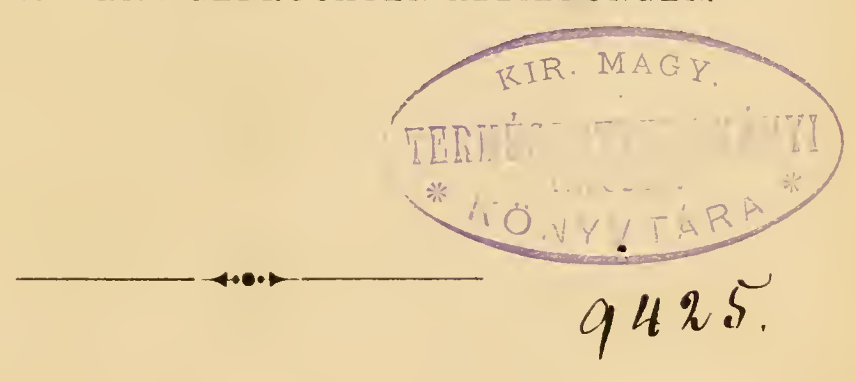
METEOROLOGIE.

FÜR ÄRZTE UND NATURFORSCHER

VON

PROF. DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGS-VORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE IN HAMBURG.

MIT 42 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



9425.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1895.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

HERRN PROFESSOR DR. S. GÜNTHER

ALS AUSDRUCK LANGJÄHRIGER FREUNDSCHAFT

GEWIDMET

Hamburg im Februar 1895

VOM VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Yale University, Cushing/Whitney Medical Library

http://www.archive.org/details/hygienischemeteo00unse

Vorwort.

ὑγιεῖνε χαῖρε.

Meteorologie und Hygiene sind zwei Wissenszweige, welche erst in neuester Zeit einen den übrigen Wissenschaften ebenbürtigen Rang erhielten. Beide haben für die menschliche Wohlfahrt eine ausserordentlich grosse Bedeutung, beide wurden schon seit dem grauesten Alterthume auf dem Erfahrungswege gepflegt, allein zu selbständigen Wissenschaften konnten sie sich nicht hinaufschwingen. Erst in neuerer Zeit, als ein frischer naturwissenschaftlicher Geist, frei von Vorurtheilen, das geistige Leben der Völker durchwehte, als der doktrinäre Autoritätsglaube ins Wanken gekommen war und als man anfing, von objectivem, rein wissenschaftlichem Standpunkte aus die Naturerscheinungen zu erforschen, da konnte man daran denken, an Stelle der alten überlieferten, vielfach zweifelhaften Erfahrungslehren die durch wissenschaftliche Durchforschung erlangte Ueberzeugung zu setzen.

Zwar blieben bei beiden Wissenschaften noch manche Unklarheiten und daher manche Meinungsverschiedenheiten, und noch jetzt harren bei dem complicirten Zusammenwirken vieler Faktoren noch viele Räthsel der Lösung, aber immerhin ist eine feste wissenschaftliche Grundlage geschaffen und es sind die unbestimmten Hypothesen und subjectiven Meinungen, von denen diese Wissenschaften lange befangen waren, zum grossen Theil gründlich hinweggeräumt worden.

Auf dieser wissenschaftlichen Grundlage sich entwickelnd haben beide Wissenschaften in neuester Zeit bedeutsame Erfolge erzielt, und so dürfen wir hoffen, dass ihre weitere Entwickelung ein reicher Segen für die ganze Menschheit sein werde.

Dass die Witterungserscheinungen und das Klima in innigster Beziehung zu den Gesundheitsverhältnissen der Menschen stehen, kann wohl von Niemanden ernstlich bezweifelt werden, wenn auch die Ansichten d a r ü b e r noch aus einander gehen, auf welche Art und Weise und in welchem Grade das Wetter den menschlichen Organismus in jedem einzelnen Falle beeinflusst.

Schon seit alter Zeit sah man in den Witterungserscheinungen die Ursachen einer ganzen Reihe von Erkrankungen. So wurden die vermehrte oder verminderte Häufigkeit der Erkrankungen und der Sterblichkeit, das Entstehen und die Ausbreitung der Epidemien vielfach den Witterungsvorgängen zur Last gelegt, und wenn auch viele dieser Behauptungen nach genauerer Untersuchung als auf Irrthum beruhend oder als übertrieben nachgewiesen wurden, so kann doch wohl nicht geleugnet werden, dass dabei das Wetter, sei es auch nur mittelbar, vielfach die Hand im Spiele hatte.

Mit einem gewissen Rechte hat man die gegenwärtige Phase in der Geschichte der medicinischen Wissenschaft das Zeitalter der Bakterien genannt, und in der That, nie ist die Lehre von den Ansteckungskrankheiten so sehr in den Vordergrund getreten und mit solch grossem Erfolge gefördert worden, als gerade jetzt, seitdem man mittelst des Mikroskopes jene kleinsten Lebewesen kennen und untersuchen gelernt hat, welche die Entstehung und Verbreitung unserer gefürchtetsten Krankheiten bedingen, so dass hierdurch der Medicin ein neues und ausserordentlich fruchtbares Feld eröffnet ist, aus dessen Bearbeitung jedenfalls ein reichlicher Segen für die ganze Menschheit entspriessen wird. Indessen ist hier wohl zu bedenken, dass einerseits die Entwickelung und das Verhalten der schädlichen Mikroorganismen, wenigstens zum Theile, vom Wetter abhängt und dass andererseits es nicht genug ist, dass ein Krankheitsstoff vorhanden ist und sich anhäuft; zum wirklichen Zustandekommen der Krankheit bedarf es noch der Empfänglichkeit für die Krankheit, und diese wird in vielen Fällen durch äussere Umstände, insbesondere aber durch die Witterung gegeben.

Jeder Mensch besitzt eine mit den äusseren Umständen dem Grade nach wechselnde Widerstandsfähigkeit gegen die Infectionskrankheiten, die ihn mehr oder weniger vor dem Anhaften und der Entwickelung der pathogenen Mikroorganismen schützt, so dass die Krankheitsbedingungen nicht allein in den Mikroben an und für sich, sondern auch in anderen Umständen, vielfach im Wetter, zu suchen sind.

Nicht Zufall ist es, dass die einzelnen Krankheiten bestimmte Gegenden, bestimmte Klimate mit Vorliebe heimsuchen, dass einige an die Tropen, andere an die kalten Erdstriche gebunden sind, dass einige in der Regenzeit, andere in der trockenen oder heissen Jahreszeit am häufigsten aufzutreten pflegen, dass einige ihre Akme im Winter, andere im Sommer oder in den Uebergangsmonaten, Frühling und Herbst, haben, dass je nach Umständen einige bösartig, andere gutartig verlaufen. Alle diese Umstände machen es zweifellos, dass Wetter und Klima hierbei eine ganz besondere Rolle spielen.

In älteren, von Aerzten geführten meteorologischen Beobachtungsbüchern findet man häufig eine mit „genius morborum" überschriebene Rubrik, in welcher neben den Wetterbeobachtungen die

zur Zeit vorherrschenden Krankheiten aufgezeichnet sind, und auch gegenwärtig noch werden die Krankheits- und Sterblichkeitsstatistiken gleichzeitig mit meteorologischen Beobachtungen veröffentlicht. Hierin liegt offenbar das Zugeständniss, dass die Witterungsvorgänge und die Krankheitsverhältnisse in einem bestimmten Zusammenhang stehen.

So zweifellos nun auch ein solcher Zusammenhang vorhanden ist, so machen sich doch bei Versuchen, die Einzelfälle in Bezug auf den Einfluss der Witterungserscheinungen zu erklären, zuweilen so ausserordentliche Schwierigkeiten geltend, dass wir manchmal geneigt werden, einen solchen Einfluss gar nicht mehr anzuerkennen. Es kommt nicht selten vor, dass eine Krankheit bei fast genau denselben Klimaten die eine Gegend besonders häufig aufsucht, die andere aber verschont, dass sie bei denselben Witterungserscheinungen das einemal besonders häufig und bösartig, das anderemal selten oder gelinde auftritt, dass Krankheiten, die dem Winter eigenthümlich sind, im Sommer örtlich am ausgebreitetsten sind oder am schlimmsten auftreten und umgekehrt, ohne dass die Witterungsverhältnisse etwas Besonderes bieten.

In solchen Fällen ist aber wohl zu bedenken, dass hierbei auch noch andere Ursachen ins Gewicht fallen, welche unter Umständen und je nach der Art der Krankheiten die leitende Rolle übernehmen können, so insbesondere hygienische Missstände, unvernünftige Lebensgewohnheiten, schlechte Ernährung, der Verkehr u. dergl. Aber immerhin haben die Witterungsvorgänge, wenn auch unbemerkbar und mittelbar, hierbei mehr oder weniger die Hand im Spiele, sei es, dass sie durch Erkältungen und leichte Störungen die Empfänglichkeit vermehren, oder dass sie die Lebensgewohnheiten der Menschen, ihre Thätigkeit, ihre Kleidung, ihre Wohnungsverhältnisse ändern, oder dass sie die Vermehrung und die Virulenz der pathogenen Mikroorganismen begünstigen oder hemmen.

Wenn ich es nun unternommen habe, eine „Hygienische Meteorologie“ zu schreiben, so geschah dieses hauptsächlich in der Absicht, beide Wissenschaften, Hygiene und Meteorologie, welche zwar jede für sich ihr eigenes Arbeitsfeld, ihre eigene Fragestellung haben, aber doch viele Berührungspunkte besitzen, etwas enger zu verknüpfen, wobei ich mir der Schwierigkeit der Aufgabe wohl bewusst war.

Schon von verschiedenen Seiten ist, theilweise mit Recht, darauf hingewiesen worden, dass die von den Meteorologen gegebenen Mittelwerthe wenig geeignet sind, den Bedürfnissen der Hygiene zu entsprechen, hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie die hygienisch so wichtigen Schwankungen der Witterungselemente verwischen. Indessen können wir die Mittelwerthe nicht überall entbehren, namentlich dort nicht, wo es sich darum handelt, aus einem grossen Complexe von Erscheinungen für die einzelnen mitwirkenden Faktoren Gesetze herauszufinden, wie sie sich aus der zweckmässigen Gruppirung der Mittelwerthe ergeben. Sowohl die Hygiene als auch die

Meteorologie sind beide naturgemäss vielfach auf Mittelwerthe angewiesen.

Immerhin habe ich mich in diesem Buche bemüht, die meteorologischen Angaben nach Maassgabe des vorhandenen Materials so viel wie möglich den Wünschen der Hygieniker anzupassen, und so habe ich überall dort, wo es mir zweckmässig und thunlich erschien, den in der Behandlung der Meteorologie gebräuchlichen Weg verlassen, um eine der Hygiene mehr entsprechende Richtung einzuschlagen. Inwieweit dieses Vorgehen von Erfolg begleitet war, muss ich dem Urtheil des Lesers überlassen.

In Anbetracht dessen, dass die Hygiene als selbständige Wissenschaft bei ihrer ausserordentlichen Bedeutung für das Leben berufen ist, Eigenthum der ganzen Menschheit zu werden, gerade so wie die Witterungskunde, brauche ich mich wohl kaum zu entschuldigen, wenn ich als Nichtarzt eine derartige Arbeit wie diese unternommen habe, wenn auch die auf die Hygiene bezüglichen Darstellungen vielleicht mit einigen Mängeln behaftet sein dürften. Nur dann, wenn sich das grosse Publikum an solchen Arbeiten und Bestrebungen betheiligt, entweder fördernd eingreifend, oder verständnissvoll folgend, können sich diese Wissenschaften fruchtbar und segenbringend für die Wohlfahrt der Menschen entwickeln. Aus diesem Grunde habe ich mich einer gemeinfasslichen Darstellung bestrebt, so dass sich dieses Buch auch an das grosse Publikum wendet.

Möge denn dieses Buch hauptsächlich anregend in den betheiligten Kreisen wirken und zu weiteren fruchtbaren Untersuchungen auf diesem weiten, noch vielfach dunklen Gebiete Veranlassung geben. —

Schliesslich ermangle ich nicht, dem Herrn Verleger für die treffliche Ausstattung dieses Werkes sowie für das stetig freundliche Entgegenkommen bestens zu danken.

Alle in diesem Buche vorkommenden Maasse beziehen sich auf Celsius-Grade und Meter.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
Vorwort	V
Einleitung	1
I. Physikalische Eigenschaften der Luft	7
Kleinste Theilchen der Luft	7
Schwere der Luft	7
Barometer	8
Gesammtdruck auf die Erdoberfläche	9
Mariotte'sches Gesetz	10
Das Athmen	11
II. Bestandtheile der Luft	11
Sauerstoff und Stickstoff	11
Wasserdampf	17
Psychrometer	19
Tägliche und jährliche Periode der Luftfeuchtigkeit	21
Hygienische Bedeutung der Luftfeuchtigkeit	25
Die Kohlensäure	30
Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure	41
Ozon	45
Wasserstoffsuperoxyd	48
Andere gasförmige Verunreinigungen der Luft	49
Staubgehalt der Luft	54
Mikroorganismen	60
III. Die Temperatur	65
1. Strahlende Wärme	67
2. Die Luftwärme	73
Messung	74
Temperaturabnahme mit der Höhe	76
Periodische Aenderungen der Temperatur	78
a) Die tägliche Periode der Lufttemperatur	78
b) Die jährliche Periode der Lufttemperatur	82
Temperaturtabellen	87
Nichtperiodische Aenderungen der Temperatur	91
Interdiurne Aenderungen	91
Häufigkeit der interdiurnen Aenderungen bestimmter Grösse	97
Vertheilung der Temperatur über die Erdoberfläche	108
Wärmezonen	109
Vertheilung der Wärmeextreme und der mittleren absoluten Wärmeschwankungen über die Erdoberfläche	114
Hygienische Bedeutung der Wärmeerscheinungen	124
Die Bodentemperatur	145
Ihre hygienische Bedeutung	148

Seite

IV. Die Niederschläge 150
Die Verdunstung 151
Bildung der Niederschläge 152
Niederschlagsformen 154
Wolken, Bewölkung und Sonnenscheindauer 157
Regenmesser 163
Vertheilung der Niederschläge über die Erdoberfläche 166
Regenverhältnisse Deutschlands 173
Veränderlichkeit der Niederschläge 179
Räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge 182
Hygienische Bedeutung der Niederschläge 183

V. Gewitter 189
Blitzschäden 193
Blitzableiter 195

VI. Luftdruck und Wind 197
Barisches Windgesetz 200
Allgemeine Circulation der Atmosphäre und locale Luftströmungen 203
Windverhältnisse Deutschlands 211
Föhn, Bora, Mistral, Northers, Scirocco etc. 214
Hygienische Bedeutung der Luftbewegung 217

VII. Wetter und Klima 222
Ausdrücke für Witterungszustände 222
Bewölkungsverhältnisse 224
Witterungsvorgänge beim Vorübergang einer Depression . . . 226
Zugstrassen der Minima 229
Verhalten der Maxima 240
Wetter und Luftdruckvertheilung 243

VIII. Das Klima 247
Land- und Seeklima 247
Höhenklima 251
Der Wald und seine hygienische Bedeutung 254
Klimazonen 262
1. Die Tropenzone 262
2. Die gemässigten Zonen 264
3. Die Polarzonen 266
Hygiene der Klimate 267
1. Hygiene der Tropen 270
2. Hygiene der gemässigten Zonen 293
3. Hygiene der kalten Zonen 321

Einleitung.

Die Luft, welche unseren Erdball in verhältnissmässig dünner Hülle umgiebt, ist neben der Sonnenwärme und dem Sonnenlicht die oberste und unbedingte Herrscherin alles organischen Lebens. Der Lufthülle bar würde unsere Erde einer ungeheuren laut- und schmucklosen Oede gleichen, ohne Leben und, abgesehen von den extremsten Aenderungen der Temperatur, ohne Wechsel der Witterungserscheinungen. Die Luft ist die Trägerin der von der Sonne ununterbrochen gespendeten Wärme, der durch die Verdunstung den Oceanen beständig entsteigenden Feuchtigkeit, welche bald als wechselndes Wolkengebilde, bald als befruchtender Regen in die Erscheinung tritt, des Gewitters und überhaupt aller Erscheinungen, welche wir mit dem Ausdruck „Wetter“ zusammenfassen; sie vermittelt das Wachsthum und das Gedeihen der Thier- und Pflanzenwelt und den geselligen Verkehr der Menschen unter einander. Kein Naturkörper in der Umgebung des Menschen durchdringt so sehr den menschlichen Organismus, ist so innig mit seiner Existenz verwoben, ist so sehr Theil von ihm selbst, wie die Luft. Schon im ersten Momente nach der Geburt schlürft das Kind die umgebende Luft unbewusst begierig ein, und während seines ganzen Lebens bis zum letzten Sterbenshauche bleibt ihm unausgesetzte Athmung unbedingtes Bedürfniss. Die Hauptnährung des Menschen erfolgt durch Stoffe, die in letzter Instanz aus der Luft stammen, während den übrigen Nahrungsstoffen der geringere Theil zum Aufbau und zur Unterhaltung des menschlichen Körpers entnommen wird. Die durch die Athmung aufgenommenen und dem menschlichen Körper einverleibten Stoffe werden ebenso der Luft wieder zugeführt, sei es durch die mannigfachen Formen des Lebensprocesses, sei es

durch die Verwesung nach dem Tode, und dann wieder von anderen Organismen aufgenommen, in andere Formen verarbeitet, worauf sie wieder in die Luft übergehen, so dass die die Luft zusammensetzenden Theilchen in ewigem Kreislauf und in unaufhörlichem Wechsel vom Leben zum Tode und vom Tode zum Leben wandern.

Trotz alledem kommt die hohe Bedeutung der atmosphärischen Luft im Haushalte der Natur den wenigsten Menschen zu einem klaren Verständnisse, und daher dürfte es sich wohl lohnen, die Bestandtheile und Eigenschaften der Luft, sowie ihre mannigfachen Beziehungen zu den Witterungserscheinungen in Anlehnung an die gesundheitlichen Bedürfnisse des Menschen thunlichst eingehend zu betrachten, um hieraus Anhaltspunkte zu gewinnen, auf welche Weise die allgemeine menschliche Wohlfahrt auch nach dieser Richtung hin gefördert werden könne.

In der Luft spielen sich alle Witterungserscheinungen mit ihren mannigfaltigen Umwandlungen ab, und daher ist die Luft nicht allein eine Trägerin der Wärme und Feuchtigkeit, sondern auch des Klimas. Als solche bestimmt sie die geographische Verbreitung des Menschen, seine Lebensweise, seinen Gesundheitszustand und seine Umbildung. Wie die Pflanze und das Thier ist der Mensch an gewisse Klimate gebunden, wenn auch die Grenzen seiner Wanderungsfähigkeit viel weiter gerückt sind, als diejenigen der anderen Organismen. Ueber eine gewisse höhere Breite, die wir auf rund 80^{0} setzen wollen, und über eine Höhe von etwa 7000 m kann er dauernd nicht leben. Wenn einerseits die Wärmevertheilung über den Erdball und dann die Grösse des Luftdruckes der Verbreitung des Menschen feste Grenzen entgegensetzen, so machen andererseits ausgebreitete wasserarme Wüstengegenden die Ansiedelungen des Menschen geradezu unmöglich.

Sind auch diese unbewohnbaren Gegenden immerhin nur von verhältnissmässig beschränkter Ausdehnung, so giebt es andererseits viel ausgedehntere Regionen, in denen zwar der Mensch existiren kann, aber in denen sein Verbleib doch gehindert, seine Lebensweise beschränkt und seine Gesundheit auf mannigfache Weise gefährdet wird. Er ist ja angewiesen auf die Vegetation oder auf die Thiere, von denen er sich nährt, und ist diese Nahrungsquelle unzureichend, so ist auch die Ernährung eine mangelhafte und daher auch der Gesundheitszustand ein gefährdeter. Hingegen ein allzu günstiges Klima mit einem andauernd reichlichen Ausmaass von Wärme und Feuchtigkeit wirkt körperlich und geistig erschlaffend

auf den Menschen, schwächt die Lebensfähigkeit, erschwert jede höhere Kultur und macht den gleichmässigen Fortschritt aller Schichten der Bevölkerung unmöglich oder doch wenigstens sehr schwierig.

Wenn wir es unternommen haben, über das Verhalten des Wetters und dessen Rückwirkung auf den menschlichen Organismus ein Buch zu schreiben, so haben wir uns vor ein reichgegliedertes Arbeitsfeld gestellt, wobei es sich in erster Linie darum handelt, allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, nach welchen wir das reiche Material gliedern und verarbeiten wollen.

Zuerst sind es die physikalischen Eigenschaften der Luft, welche wir als grundlegend in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen müssen, wie ihre Körperlichkeit, ihre molekulare Beschaffenheit, ihre Schwere, leichte Beweglichkeit, Zusammendrückbarkeit und Elasticität. Alle diese Eigenschaften lassen sich kurz darstellen; dagegen erschien eine ausführlichere Besprechung ihrer chemischen Beschaffenheit und ihrer Beimengungen nothwendig, weil diese in hygienischer Beziehung von grosser Bedeutung sind. Ebenso verlangt die Feuchtigkeit der Luft bei ihrer hohen Wichtigkeit für den menschlichen Organismus eine eingehendere Besprechung. Ferner muss der Kreislauf, dem die Stoffe, aus welchen alle organischen Gebilde aufgebaut sind, unterworfen sind, ausführlicher besprochen und gezeigt werden, wie diese Stoffe aus der unbelebten Natur durch Vermittelung der Luft das Pflanzen- und Thierreich durchlaufen und dann der Luft wieder zurückgegeben werden, worauf der Kreislauf von Neuem beginnt. Dem Staubgehalte der Luft, insbesondere aber den Mikroorganismen eine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, scheint dem gegenwärtigen Standpunkt der Hygiene zu entsprechen, wobei wir auch das Verhalten der Luft in geschlossenen Räumen gelegentlich streifen. Durch die Wohnungen entzieht sich der Mensch den Unbilden der Witterung und tauscht dafür schlechtere Luft ein, deren Zusammensetzung für seine Gesundheit unter Umständen gefährlich werden kann.

Licht und Wärme sind die Faktoren, welche die leblosen Elemente zu dem wunderbaren Organismus zusammenfügen, den wir Mensch nennen; sie sind die ersten und wichtigsten Bedingungen des menschlichen Daseins und Wohlbefindens. Daher wurde in diesem Buche die strahlende und die Luftwärme ausführlicher besprochen, als die übrigen meteorologischen Elemente. Dass dabei auf die Veränderlichkeit der Temperatur ein ganz besonderer Nach-

druck gelegt wurde, hat darin seinen Grund, weil gerade diese auf den menschlichen Organismus von der hervorragendsten Bedeutung ist, und weil hierdurch die Wirkung des Klimas auf den Menschen am deutlichsten zum Ausdrucke kommt. Aus demselben Grunde wurde auch bei der Darstellung der Vertheilung der Temperatur über die Erdoberfläche den Extremen, zwischen welchen sich die Temperatur in der jährlichen Periode bewegt, eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet, als den Mittelwerthen, wodurch die thatsächlichen Verhältnisse mehr oder weniger verwischt werden. Hieran knüpft sich die Besprechung der unmittelbaren und mittelbaren Einwirkung der Temperatur auf den menschlichen Körper.

Die Niederschläge, welche in mancher Beziehung eine hygienisch wichtige Rolle spielen, wurden mit entsprechender Ausführlichkeit behandelt, insbesondere aber die räumliche und zeitliche Vertheilung der Niederschläge über die Erdoberfläche mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands.

Wenn auch die Beziehungen des Luftdrucks zum menschlichen Wohlbefinden unter gewöhnlichen Umständen nicht merkbar sind, so erscheint der Luftdruck deshalb von hoher Wichtigkeit, weil durch seine jeweilige geographische Vertheilung der Lufttransport und als Folgeerscheinungen die Temperaturänderungen und die Witterungswechsel überhaupt hervorgerufen werden. Dieser Zusammenhang musste in möglichst klarer und eingehender Weise dargelegt werden, wobei die Wirkung der bewegten Luft auf den Menschen berücksichtigt wurde.

Hieran knüpfen sich einerseits die grossen allgemeinen Strömungen unserer Atmosphäre und andererseits die mehr örtlichen Bewegungen der Luft, welche nur für beschränktere Gebiete wichtig sind, so die Fallwinde, Land- und Seewinde, Berg- und Thalwinde u. dergl.

Um die Wechselwirkung der verschiedenen meteorologischen Elemente klarer übersehen zu können, wurden geeignete Einzelfälle benutzt, welche uns Witterungserscheinungen vorführen sollen, die mit ausserordentlich mannigfaltigen Modifikationen tagtäglich in unseren Gegenden sich abspielen. Sie sollen zugleich auch den Weg zur Erklärung der auf einander folgenden Witterungserscheinungen andeuten.

Hieran reiht sich die Besprechung des Land- und Seeklimas, des Höhenklimas, der Klimazonen und schliesslich diejenige der Einflüsse des Klimas und der Jahreszeiten auf den menschlichen Organismus und der Krankheiten, die den einzelnen Klimaten eigenthümlich sind.

Nicht mit Unrecht wird von den Aerzten behauptet, dass die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in einer Form gegeben werden, welche für hygienische Zwecke wenig verwendbar ist. Nicht so sehr die Mittelwerthe der meteorologischen Elemente, welche die Erscheinungen, die uns am meisten interessiren, mehr oder weniger verwischen, erscheinen hier wünschenswerth, als vielmehr die Schwankungen derselben und deren Grössen in kürzeren Zeiträumen, etwa von Tag zu Tag, und die Extreme, auf welche man sich in jedem Jahre oder in jeder Jahreszeit gefasst machen muss. Solche Werthe liegen bis jetzt nur vereinzelt vor und dann noch in einer Bearbeitung, welche den Bedürfnissen der Hygiene nur theilweise entspricht. Nichtsdestoweniger waren wir bemüht, das möglichst hervorzuheben, was den hygienischen Zwecken am meisten dienlich ist. Insbesondere haben wir die Wärmeerscheinungen, die für die Hygiene am allerwichtigsten sind, von Gesichtspunkten betrachtet, welche von der bisherigen Behandlung in meteorologischen Lehrbüchern sehr erheblich abweichen. Bezüglich der Feuchtigkeit, des zweitwichtigsten hygienischen Faktors, konnte diese Methode wegen des mangelnden Materials leider nicht angewandt werden, allein auch hier haben wir der Hygiene, soweit es anging, Rechnung getragen.

Andererseits werden wir die Mittelwerthe niemals ganz entbehren können, indem sie in hohem Maasse geeignet sind, aus der Fülle der Einzelerscheinungen, auch wenn diese noch so complicirt sind, Gesetzmässigkeiten herauszufinden, welche mit anderen Hilfsmitteln nicht oder doch nur sehr schwierig festgestellt werden können. Auch in der Hygiene, wo wir es mit nicht minder verwickelten Verhältnissen zu thun haben, spielen gerade die Mittelwerthe eine sehr hervorragende Rolle. Indessen haben wir bei der Deutung der Mittelwerthe wohl zu beachten, wie sich die Abweichungen um das arithmetische Mittel sowohl der Häufigkeit als auch der Grösse, sowie dem Orte und der Zeit nach gestalten, wie wir es bei Besprechung der Häufigkeit und Grösse der Erkaltungen und Erwärmungen für Deutschland durchgeführt haben. Der durch Rechnung erhaltene Mittelwerth kommt in der Wirklichkeit äusserst selten vor.

Dass wir in diesem Buche den Einzelerscheinungen eine besondere Aufmerksamkeit angedeihen liessen, darf nicht auffallen; denn wie Klima und Jahreszeiten einen bedeutenden direkten oder indirekten Einfluss auf unsere Gesundheitsverhältnisse ausüben, so

auch die Witterungserscheinungen mit ihrem launenhaft wechselnden Charakter, wobei insbesondere hervorragende Witterungsänderungen geeignet sind, in unserem Wohlbefinden, in dem Auftreten und der Entwickelung von Krankheiten Aenderungen hervorzurufen. Beispielsweise müssen starke Temperaturstürze, welche sich bei für den Menschen ungünstigen Temperaturlagen vollziehen, eine Vermehrung der Erkältungskrankheiten und der Erkrankungen der Athmungsorgane herbeiführen, und andererseits muss durch Eintritt extrem hoher Temperaturen die Häufigkeit der Krankheiten der Ernährungs- und Verdauungsorgane gesteigert werden. Mit den Schwankungen der Witterung schwankt auch die Empfänglichkeit für Krankheiten nach Maassgabe der Widerstandsfähigkeit des einzelnen Menschen und hierin liegt, wenigstens zum Theile, auch der Grund für die Schwankung in der Häufigkeit mancher Krankheit und der Sterblichkeit. Gewissermaassen wellenförmig ist der Gang der Witterung, entweder regellos oder nach Gesetzen, die uns bis jetzt so gut wie gar nicht bekannt sind, d. h. wenn wir von der täglichen oder jährlichen Periode absehen. Aber dabei hat die Witterung eine ausgesprochene Neigung, den jeweiligen Zustand zu behalten, so dass oft Wochen, ja Monate lang derselbe Witterungscharakter bleibt, entweder unter dem ständigen Einflusse von mehr oder weniger rasch nach einander folgenden, gewöhnlich nördlich von Mitteleuropa vorüberziehenden Depressionen, oder von stationären Hochdruckgebieten, die dem Wetter den Charakter des Beständigen aufdrücken. Solche Wetterlagen führen uns die täglichen Wetterkarten in bunter Mannigfaltigkeit vor, und auch für den Arzt mag es von grosser Bedeutung sein, hier einen leitenden Faden zu finden, um die Witterungserscheinungen in bestimmte typische Klassen systematisch einzuordnen, woraus dann wieder für die Beurtheilung der wahrscheinlich zu erwartenden Witterungsvorgänge Nutzen gezogen werden kann. Die Einflüsse der verschiedenen meteorologischen Elemente und ihrer Wechselwirkungen (des Wetters, sowie des Klimas) auf den menschlichen Organismus werden wir eingehend zu besprechen haben.

I. Physikalische Eigenschaften der Luft.

Obwohl man die Luft wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit nicht mit den Augen wahrnimmt, ja mit den besten Mikroskopen der Neuzeit nicht unmittelbar beobachten kann, so hat sie dennoch Körperlichkeit. Die Luft bewegt die Flügel unserer Windmühlen. sie schwellt die Segel der Schiffe zur Fahrt nach weit entlegenen Gegenden, sie jagt die Wolken, die über uns den Himmel bedecken und den Fluren befruchtenden Regen spenden, sie wirkt verheerend im tobenden Sturme.

Ueber die Grösse und Form der kleinsten Lufttheile (Moleküle) wissen wir nichts Bestimmtes, indessen haben wir Grund, anzunehmen, dass dieselben ausserordentlich klein sind, dass sie von einander durch Zwischenräume getrennt sind, welche im Vergleich zu ihrer eigenen Grösse sehr gross sind, und dass diese Abstände durch verschiedene Einwirkungen verkleinert oder vergrössert werden können. Ungezwungen fluthen die Moleküle neben einander, sich wie elastische Kugeln lebhaft abstossend, wenn man versucht, sie auf einen kleineren Raum (kleineres Volum) zusammenzudrängen. Ohne an eine bestimmte Form gebunden zu sein, vertheilt sich dementsprechend die Luft über den ganzen ihr zugewiesenen Raum, während die leicht beweglichen Moleküle sich bestreben, das Gleichgewicht herzustellen. Der Druck der Luft auf die sie umschliessende Gefässwand ist nichts anderes als die Folge der unzählig vielen Stösse, welche die im Gefässe wie Geschosse hin und her fluthenden Theilchen auf die hemmende Wandung ausüben. Die Grösse des Druckes ist abhängig einerseits von der Menge der Stösse und andererseits von der Geschwindigkeit der Moleküle; die erstere wird durch die Zusammendrückung, die letztere durch die Erwärmung der Luft vergrössert, und hieraus folgt ein Gesetz, das wir noch weiter unten als das Mariotte'sche Gesetz kennen lernen werden.

Zum Beweise, dass die Luft dem Einflusse der Schwerkraft unterworfen ist, machen wir einen durch einen Hahn verschliess-

baren Glasballon, welcher einen Rauminhalt von etwa 1 l hat, luftleer und setzen ihn auf die Schaale einer Waage, während wir die andere durch Gewichte ins Gleichgewicht bringen. Sobald wir nun den Hahn öffnen, dringt die Luft zischend in den Ballon; dieser sinkt und wird dadurch wieder ins Gleichgewicht gebracht, dass wir etwa 1,3 g als Gegengewicht der anderen Schaale auflegen. Hiernach wiegt 1 cbm Luft (bei 0° C. und einem Barometerstande von 760 mm) ungefähr $1 \frac{1}{3}$ kg. Also ein Zimmer, 4 m lang, 6 m breit und 4 m hoch oder mit einem Inhalte von 96 cbm Rauminhalt, enthält $96 \cdot 1 \frac{1}{3} = 128$ kg Luft.

Vermöge der ihr eigenthümlichen Schwere muss die Luft einen Druck auf ihre Unterlage ausüben, und zwar hat diese das ganze Gewicht der über ihr lastenden Luftsäule zu tragen. Um diesen Druck zu messen, können wir folgenden Versuch (Torricelli's Versuch) anstellen. Eine etwa 80 cm lange Glasröhre, welche an dem einen Ende offen, an dem anderen geschlossen ist, wird ganz mit Quecksilber gefüllt. Darauf wird das offene Ende mit dem Finger verschlossen und, nachdem die Röhre umgekehrt ist, in ein Gefäss mit Quecksilber getaucht. Zieht man jetzt den Finger von der Röhre weg, so fällt das Quecksilber in derselben, aber keineswegs bis zur selben Höhe, wie diejenige des Quecksilbers im Gefässe ist, sondern es bleibt ungefähr 760 mm hoch über dem Quecksilber im Gefässe stehen. Wenn wir nun überlegen, dass über dem Quecksilber in der Röhre ein luftleerer Raum, also gar kein Druck vorhanden ist, dagegen über dem Quecksilber im Gefässe die atmosphärische Luft mit einem bestimmten Drucke ruht, so wird uns sofort klar, dass der Druck, welchen die Luft auf das Quecksilber im Gefässe ausübt, einer Quecksilbersäule von ungefähr 760 mm Höhe das Gleichgewicht hält. Wäre die Röhre oben mit einem Hahne verschlossen, so würde bei Oeffnung desselben die Luft in den vorher luftleeren Raum eindringen und das Quecksilber zum Fallen bringen, so dass dieses sowohl in der Röhre wie im Gefässe die gleiche Höhe einnimmt, wodurch das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Versehen wir eine solche Vorrichtung, wie wir sie eben beschrieben haben, mit einer Millimeterskala, um den Abstand beider Quecksilberhöhen messen zu können, so haben wir ein Barometer, dessen Einrichtung hier als bekannt vorausgesetzt werden kann [1].

---

[1]) Zum wissenschaftlichen Gebrauche empfehlen wir Gefässbarometer mit festem Boden und reducirter Skala, welche gegenwärtig in ganz vorzüglicher Güte angefertigt werden.

Beobachten wir die Höhe der Quecksilbersäule zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten, so bemerken wir, dass diese Höhen nach Ort und Zeit nicht gleich sind, so dass wir zu dem Schlusse kommen müssen, dass der Luftdruck weder gleichzeitig an allen Orten, noch zu verschiedenen Zeiten an demselben Orte derselbe ist, sondern beständigen Aenderungen unterworfen ist. Erheben wir uns von der Erdoberfläche, so sinkt die Quecksilbersäule in der Barometerröhre, und zwar, da die Luft um etwa 10500mal leichter ist als das Quecksilber, wird man sich um 10500 mm oder um 10,5 m erheben müssen, damit das Quecksilber um 1 mm fällt. Dass der Luftdruck mit der Höhe abnehmen muss, folgt schon daraus, dass die auf das Quecksilber des Gefässes drückende Luftsäule mit zunehmender Höhe geringer wird.

Im Meeresspiegel beträgt der mittlere Luftdruck in unseren Gegenden rund etwa 760 mm. Hieraus können wir den Luftdruck berechnen, welcher auf einer bestimmten Unterlage lastet. Der Druck der Luft auf eine waagerechte Fläche von 1 qm berechnet sich auf 760 . 13,596 kg oder 10333 oder rund 10000 kg. Nimmt man die Oberfläche des menschlichen Körpers zu 1 ½ qm an, so wird dieser mit einem Gewichte von nahezu 15000 kg gedrückt. Dass wir diesen ungeheuren Druck nicht empfinden, rührt daher, dass auch im Innern unseres Körpers sich Luft befindet, welche denselben Druck ausübt wie die äussere Luft, so dass also das Gleichgewicht hergestellt ist. Nehmen wir den äusseren Druck plötzlich weg, indem wir etwa in einem Luftballon rasch zu bedeutenden Höhen steigen, so bekommt die innere Luft, da eine so rasche Ausgleichung nicht möglich ist, einen Ueberdruck, und als Folgeerscheinungen treten ernstliche Störungen auf, wie Drang des Blutes nach aussen hin, namentlich in den Augen und in der Nase[1]).

Die Gesammtoberfläche unserer Erde beträgt nahezu 509950714 oder rund 510000000 Mill. qm, und hiernach ist der Gesammtdruck der Luft auf die Erdoberfläche 5100000000000 Mill. kg. Ein Bleiwürfel von 1 km Seite wiegt 11350000 Mill. kg. Könnten wir nun die Luft der ganzen Erde auf einen kleinen Raum zusammendrücken und auf eine Waagschaale legen, so müssten wir, um Gleichgewicht zu erhalten, auf die andere Waagschaale nicht weniger als ca. 450000 solcher Bleiwürfel legen, von denen jeder 1 km Seite misst. Ein

[1]) Beiläufig sei hier erwähnt, dass bei Anwendung von Schröpfköpfen durch die Wirkung der verdünnten Luft das Blut an den betreffenden Körperstellen ausgesogen wird, wobei allerdings die Haut vorher geritzt wird.

solches Gewicht erscheint ungeheuerlich, und doch ist es um etwa ein Fünftel kleiner als der millionste Theil des Gewichtes unserer Erdkugel.

Zu den hervorragendsten Eigenschaften der Luft gehören die leichte Beweglichkeit ihrer Theilchen, ihre Zusammendrückbarkeit und ihre Elasticität. Wie wir bereits oben zu bemerken Gelegenheit hatten, sind die kleinsten Theilchen der Luft in beständiger Bewegung, prallen gegen einander und gegen die Wandungen des umschliessenden Gefässes, hier einen andauernden Druck ausübend, ein Vorgang, welcher mit zunehmender Wärme oder mit wachsendem Drucke gesteigert, mit Abkühlung oder mit Verdünnung der Luft abgeschwächt wird. Verdoppelt man den Druck, dem eine gewisse Luftmenge ausgesetzt ist, so verdoppelt sich auch die Dichte oder es verringert sich der Rauminhalt auf die Hälfte; vervierfacht man den Druck, so wächst auch die Dichte auf das Vierfache, während der Rauminhalt auf den vierten Theil herabgeht. Hiernach wächst also die Dichte der Luft in demselben Maasse, wie der auf sie ausgeübte Druck, aber im umgekehrten Verhältnisse wie der von ihr eingenommene Raum. Verringern wir andererseits den Druck, so nimmt in derselben Weise auch die Dichte ab, dagegen der Rauminhalt ebenso zu. Dieses Gesetz, welches zuerst von Boyle 1660 aufgefunden und bald nachher von Mariotte bestätigt wurde, gilt auch für die übrigen Gase; allerdings zeigen sich Abweichungen, welche aber nur dann in Betracht fallen, wenn sie nahe an der Grenze liegen, bei der die ersteren in den flüssigen Zustand übergehen. Alle Gase, sowie alle Gasgemische, wie die atmosphärische Luft, folgen sehr angenähert dem Mariotte'schen Gesetze.

Die Luft drückt vermöge ihrer Schwere nicht allein auf ihre Unterlage, sondern auch nach allen Richtungen hin, indem sich der Druck überallhin auf die seitlichen, leicht beweglichen Lufttheilchen überträgt. Wenn also die Luft an irgend einer Stelle der Atmosphäre verdünnt wird, so strömt die benachbarte dichtere Luft nach dieser Stelle hin, um das gestörte Gleichgewicht wiederherzustellen. Hieraus ergiebt sich die Erklärung vieler Erscheinungen, so die des Saugens, des Athmens, Trinkens und im grossen Maassstabe die der Luftbewegung oder der Winde; bei allen diesen Vorgängen strömt die Luft oder die von der Luft gedrückte Flüssigkeit nach dem luftverdünnten Raume hin. Wegen dieser gleichmässigen Wirkung des Luftdruckes nach allen Seiten hin muss auch der Luftdruck in unseren Zimmern und überhaupt in allen nicht vollständig geschlossenen Räumen derselbe sein wie im Freien.

Beim Athmen dehnt sich der Brustkasten aus, die Brusthöhle und mit ihr die an der Brustwand liegende Lunge wird erweitert und daher wird die in derselben befindliche Luft verdünnt. Daher kann diese der äusseren Luft nicht mehr das Gleichgewicht halten, und somit muss die äussere Luft durch die Luftröhre in die Brusthöhle einströmen. Zieht sich der Brustkasten wieder zusammen, so wird die innere Luft verdichtet und daher wird ein Ausströmen der Luft von innen nach aussen bewirkt. Die Menge der mit jedem Athemzuge eingeathmeten Luft ist je nach der Art der Athmung und den individuellen Körperzuständen verschieden: nach Hutchinson beträgt sie für den Erwachsenen bei einer möglichst tiefen Athmung („vitale Capacität" der Lunge) 3770 ccm; dabei bleibt noch eine beträchtliche Menge Luft in der Lunge zurück, welche je nach der Tiefe der Ausathmung zwischen etwa 1200 bis 3000 ccm schwankt; bei gewöhnlicher ruhiger Athmung kann man etwa 500 ccm annehmen. Bei einem Erwachsenen erfolgen durchschnittlich 14 bis 20 Athemzüge in der Minute, so dass also die gewöhnliche Annahme, dass die vom Menschen eingeathmete Luftmenge durchschnittlich 9000 Liter oder 9 cbm in 24 Stunden beträgt, nicht zu hoch gegriffen ist.

II. Die Bestandtheile der Luft.

Sauerstoff und Stickstoff.

Die atmosphärische Luft besteht der Hauptsache nach aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff; ausserdem sind der Luft noch Wasserdampf und in geringerer Menge Kohlensäure, Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure, schweflige und Schwefelsäure, Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und andere gasförmige oder feste Stoffe (Staub) beständig beigemischt.

In 100 Raumtheilen Luft befinden sich nahezu 20,77 Theile Sauerstoff, welcher athembar ist und das Leben der Thiere und Pflanzen unterhält und 78,35 Theile Stickstoff, welcher weder athembar ist, noch das Leben der organischen Wesen, noch die Verbrennung unterhält; dann noch 0,84 Theile Wasserdampf und 0,03 bis 0,04 Kohlensäure (-Anhydrid). Dem Gewichte nach besteht die Luft

aus ungefähr 23 Theilen Sauerstoff und 77 Theilen Stickstoff. Man sieht hieraus, dass der Sauerstoff etwas schwerer ist als ein gleicher Raumtheil Stickstoff, und zwar im Verhältniss von 1,1 zu 1,0. Legen wir hier wieder das Gewicht eines Bleiwürfels von 1 km Seite (11 350 000 Mill. kg) zu Grunde, so würde das Gesammtgewicht des Sauerstoffs der Atmosphäre dem Gewichte von 103 500, dasjenige des Stickstoffs demjenigen von 346 500 solcher Bleiwürfel gleich sein.

Die Mengenverhältnisse von Sauerstoff und Stickstoff in der freien Atmosphäre sind nur sehr geringen Schwankungen (höchstens um 0,5 %) unterworfen, welche für unsere Gesundheitsverhältnisse gar nicht in Betracht kommen, wohl aber können in geschlossenen Räumen, in natürlichen Höhlen und überhaupt dort, wo beträchtliche Gasentwickelungen stattfinden, so abnorme Mengeverhältnisse vorkommen, dass sie im menschlichen Organismus sehr bedenkliche Störungen bewirken. Andererseits kann die absolute Menge des in der freien Atmosphäre befindlichen Sauerstoffs grösseren Schwankungen ausgesetzt sein, so bei stark vermindertem Luftdruck (in grösseren Höhen), bei sehr hohen Temperaturen, wobei die Luft sich proportional der Temperatur ausdehnt. Letztere Wirkung dürfte vielleicht nur in den extremeren Fällen hygienisch einigermaassen bedeutsam sein.

Der Sauerstoff ist von allen Elementen das am meisten verbreitetste; wir können annehmen, dass die Erde nahezu zum dritten Theile aus Sauerstoff besteht. Während er in der Luft im freien Zustande vorkommt, findet er sich chemisch gebunden im Wasser (89 %), in Gebirgs- und Bodenarten, sowie in allen Thier- und Pflanzenkörpern. Der Sauerstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches sich unter dem Drucke von 525 Atmosphären und einer Temperatur von — 140 ° in eine farblose Flüssigkeit verdichten lässt. Der Sauerstoff verbindet sich mit allen Grundstoffen (ausser mit Fluor), wobei die Verbindung entweder mit Licht- und Wärmeentwickelung (Verbrennung) vor sich geht, oder nicht. In allen Fällen nennt man die Produkte der Verbindung Oxyde. Unter Umständen kann bei der langsamen Verbrennung die Temperatur sich nach und nach zu einem so erheblichen Grade steigern, dass eine plötzliche Entzündung erfolgt und so die Oxydation unter Flammenerscheinungen erfolgt, wie beispielsweise bei schwefelkiesreichen Kohlen, grossen Heuhaufen u. dergl.

Der Stickstoff findet sich ausser in der Atmosphäre als Be-

standtheil vieler Thier- und Pflanzenstoffe weit verbreitet, ebenso in Verbindungen mit Sauerstoff und Wasserstoff. Er ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches bei einem Drucke von 200 Atmosphären und sehr niedriger Temperatur zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet werden kann. Der Stickstoff ist nicht brennbar, unterhält auch die Verbrennung der Körper nicht. Bei 0° lösen 100 Raumtheile Wasser 4 Raumtheile Sauerstoff und 2 Theile Stickstoff. Die vom Wasser aufgenommene Luft besteht aus rund 70 Raumtheilen Stickstoff und 30 Raumtheilen Sauerstoff, so dass die im Wasser enthaltene Luft verhältnissmässig sauerstoffreicher ist, als die atmosphärische.

Die eben besprochenen beiden Gase werden durch die Athmung in den fein verzweigten Blutgefässen der Lunge mit dem Blute in innige und beständige Berührung gesetzt, welches den menschlichen Körper durch die Vermittelung des Herzens ununterbrochen durchströmt. Die Blutkörperchen führen den an Hämoglobin gebundenen Sauerstoff durch alle Körpertheile; im Lebensprocesse bilden sich gasförmige Zersetzungsprodukte, welche durch die Athmung wieder ausgeschieden werden. Da der Stickstoff im Körper keinerlei chemische Verbindungen eingeht, so ist eine Vermehrung oder Verminderung des Stickstoffgehaltes der Luft für unsere Gesundheit an und für sich ohne wesentliche Bedeutung, dagegen ist der Sauerstoffgehalt der Luft von der grössten Wichtigkeit, indem der Sauerstoff vom Blut zum Theil aufgenommen und in demselben chemisch verarbeitet und zum Stoffwechsel verwendet wird. Ausgeathmet wird nach Vierordt: 79,2 % Stickstoff, 15,4 % Sauerstoff und 4,4 % Kohlensäure (abgesehen vom Wasserdampf). Nach den bisherigen Versuchen kann man, wie bereits bemerkt, annehmen, dass ein erwachsener Mensch täglich 9000 bis 10,000 l oder 9 bis 10 cbm Luft einathmet, worunter 600 bis 700 l (800 bis 1000 g) Sauerstoff sich befinden.

Hiernach wird angenähert täglich (abgesehen vom Wasserdampf)

eingeathmet:	709 l Stickstoff,	186 l Sauerstoff,	4 l Kohlensäure,
ausgeathmet:	713 l „	139 l „	40 l „

also werden ungefähr 47 l Sauerstoff der Luft gegen 40 l Kohlensäure und Stickstoff (abgesehen vom Wasserdampf) umgetauscht.

Eine Verminderung des Sauerstoffs wird herbeigeführt in geschlossenen Räumen durch die Athmung und durch chemische Processe, wobei der Sauerstoff durch andere Gase ersetzt wird, in der

freien Atmosphäre durch Erwärmung (vgl. Tabelle S. 16), durch Erhebung über der Erdoberfläche und durch die Abnahme des Luftdrucks überhaupt.

Wird in geschlossenen Räumen der Luft eine beträchtliche Menge Sauerstoff entzogen, so kann, wie bemerkt, der Sauerstoffmangel schädlich auf den Organismus einwirken, indessen ist hierbei namentlich die Wirksamkeit der der Luft beigemengten schädlichen Gase von entscheidender Bedeutung.

Die Schwankungen des Luftdrucks an der Erdoberfläche können in extremen Fällen recht bedeutend sein. So kommen in den kältesten Gegenden Asiens, in Ostsibirien, Barometerstände (auf das Meeresniveau reducirt) vor, welche über 800 mm liegen (der höchste Barometerstand wurde dort am 16. December 1877 mit 805,7 mm beobachtet), während der tiefste in den Küstengebieten des nordwestlichen Europa, allerdings in seltenen Fällen, unter 700 mm herabsinken kann (am 26. Januar 1884 sank das Barometer auf den Britischen Inseln auf 694,3 mm). Solche Schwankungen im Luftdrucke und dem entsprechend auch im Sauerstoffgehalte der Luft haben auf den menschlichen Organismus keinen merklichen Einfluss, eben so wenig wie diejenigen bei geringen Erhebungen über der Erdoberfläche, wobei der Luftdruck mit der Höhe abnimmt. Dagegen in grösseren Höhen, welche etwa über 4000 m hinausgehen, treten schädliche Wirkungen im menschlichen Organismus auf, welche durch bestimmte Krankheitserscheinungen zum Ausdruck kommen. Die Beschleunigung der Athmung und des Blutumlaufes, welche sich mit zunehmender Höhe einstellen [1], arbeiten zwar der Verminderung der Sauerstoffzufuhr zum Blute entgegen, aber nur bis zu einer gewissen Grenze kann dieser Ausgleich bewerkstelligt werden, darüber hinaus nehmen der Sauerstoffgehalt des Blutes und die Körperwärme ab, es tritt Athemnoth, Kopfschmerz, Uebelkeit und ein Gefühl der Schwere und der Ohnmacht ein; sehr grosse Sauerstoffarmuth kann den Tod im Gefolge haben. Diese Erscheinungen treten um so rascher ein, je schneller der Uebergang von der sauerstoffreicheren in die sauerstoffärmere Luft und je grösser der Unterschied im Sauerstoffgehalte war. Beim raschen Uebergang in beträchtlichere Höhe macht sich der überwiegende Druck der im Körper eingeschlossenen

[1]) Bei normalem Luftdrucke ist die Anzahl der Respirationen in der Minute durchschnittlich (nach Rubner) 25, die der Pulsschläge 82, bei 460 mm Barometerstand (ca. 4500 m Seehöhe) beziehungsweise 41 und 141.

Gase bemerkbar, die oberflächlichen Blutgefässe der Haut und Schleimhaut kommen zum Bersten, so dass das Blut aus dem Körper gedrängt wird.

Nehmen wir als mittleren Luftdruck im Meeresniveau 760 mm an, so beträgt derselbe in einer Seehöhe von 4000 m in unserem mitteleuropäischen Winter noch etwa 452 mm, im Sommer 468 mm, so dass also die Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe in der wärmeren Luft langsamer erfolgt, als in der kälteren; bei 6000 m Seehöhe beträgt er bezw. 343 und 362 mm. Mit der Verdünnung der Luft nimmt auch der Sauerstoffgehalt derselben ab, in 4000 m Seehöhe beträgt er noch 12,6 %, in 6000 m Seehöhe noch 9,6 %, also 8,2 %, bezw. 11,2 % weniger, als an der Erdoberfläche im Meeresniveau.

An den höchsten bewohnten Orten unserer Erde, wo der Luftdruck nahezu die Hälfte desjenigen im Meeresniveau beträgt, ist die Verminderung des Sauerstoffgehaltes auf den Gesundheitszustand schädlich nicht allein für den Ankömmling, sondern auch für den Einheimischen.

Die Bewohner hochgelegener Gegenden haben sich zwar gewissermaassen an den geringen Sauerstoffgehalt der Luft gewöhnt, indem durch tieferes Athmen der Brustkasten nach und nach erweitert und der Athmungsprocess den veränderten Verhältnissen angepasst wird, indessen zeigen jene im Allgemeinen einen verhältnissmässig schwächeren Körperbau, geringere Lebendigkeit und Arbeitsleistuug, ruhiges, gelassenes Temperament, gelbe oder bleiche Gesichtsfarbe, geringe Widerstandsfähigkeit gegen Erkrankungsursachen.

Immerhin erscheint es interessant und für medicinische Forschungen, namentlich in Bezug auf die hygienische Wirkung der Luftkurorte, anregend, die quantitativen Verhältnisse des Sauerstoffes der Luft in den verschiedenen Jahreszeiten und Klimaten kennen zu lernen. Die folgende Tabelle giebt nach Ucke[1]) an, wie viel Sauerstoff (in Kilogramm) ein erwachsener Mensch in einem Monat zur Athmung erhält, wenn er 14mal in der Minute oder 20160mal am Tage athmet und bei jedem Athemzug 500 cbcm Luft in die Lungen führt, das Jahr in zwölf gleiche Theile getheilt, so dass jeder Monat aus 30,42 Tagen besteht:

---

[1]) Siehe Zeitschrift der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Jahrg. 1875, S. 33 u. 70.

	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Jahr	Amplitude
Sitcha	90,1	**91,0**	**91,0**	90,5	89,8	88,7	87,6	87,0	86,8	87,6	88,6	89,4	89,01	4,2
Barnaul	97,0	**99,2**	97,1	94,7	90,5	86,4	84,3	82,4	84,2	87,0	90,5	94,9	90,68	16,8
Jekaterinenbg.	94,7	**95,2**	93,7	91,6	88,7	85,8	82,7	82,4	83,6	86,6	88,7	91,8	88,80	12,8
Petersburg	93,8	**94,9**	94,7	93,2	90,8	88,7	86,2	85,2	85,8	89,4	89,8	91,9	90,39	9,7
Lugan	93,0	**94,5**	92,8	91,1	87,9	85,2	83,2	82,2	82,7	85,2	87,8	90,7	88,02	12,3
Warschau	91,0	**92,0**	91,4	90,6	87.7	85,6	84,4	83,6	83,8	85,6	87,4	89,7	87,72	8,4
Berlin	90,9	**92,0**	91,1	90,1	87,9	86,3	85,0	85,2	84,7	85,8	87,4	89,6	88,02	7,3
Prag	89,3	**90,6**	89,9	87,8	85,4	84,1	83,0	82,5	82,6	84,0	86,1	88,1	86,11	8.1
Wien	89,8	90,3	**90,5**	88,2	85,9	83,9	83,0	82,4	82,6	84,0	86,2	88,1	86,18	8.1
Stuttgart	89,0	**90,0**	88,7	87,6	86,0	84,3	83,4	82,9	83,2	84,2	86,0	87,4	86,06	7,1
Brüssel	89,7	**90,3**	89,3	88,8	87,9	86,1	84,9	85,2	84,1	85,4	86,9	88,3	87,24	6,2
London	89,8	**90,2**	89,5	89,0	87,9	86,6	85,5	84,9	84,9	85,7	87,3	88,7	87,48	5,3
Peissenberg	81,3	**81,9**	81,2	81,3	79,0	78,0	77,3	76,8	76,7	77,8	79,2	80,4	79,24	5,2
Nasirabad	**82,4**	**82,4**	81,6	79,9	78,0	76,5	75,5	75,4	76,0	76,6	78,6	80,6	78,63	7,0
Madras	82,0	**82,3**	81,9	81,0	79,9	79,4	79,5	79,8	80,3	80,3	80,6	81,6	80,74	2,9
Seringapatam	76,9	**77,9**	76,6	75,6	74,5	74,4	75,1	75,9	75,9	75,7	75.6	76,5	75,88	3,5

Die südlichen indischen Stationen haben den geringsten Sauerstoffgehalt der Luft, ihnen schliesst sich die Bergstation Peissenberg an. Geringe Aenderungen in der jährlichen Periode haben die Stationen mit feuchtem Klima und Peissenberg. Die Schwankungen sind charakteristisch; die geringsten Schwankungen haben die indischen Stationen, dann folgen Sitcha und London mit maritimen Klima, dann Peissenberg mit Bergklima, und so werden die Schwankungen grösser, je kälter und kontinentaler das Klima und je grösser die Schwankungen des Luftdruckes sind.

Die Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Luft, wie bei stark zusammengedrückter Luft, bewirkt eine langsame Zunahme des Sauerstoffs im Blute und, zur Erhaltung des Gleichgewichtes, eine Abnahme in der Häufigkeit der Pulsschläge und der Athemzüge. Eine solche sauerstoffreiche Luft kann an und für sich ohne Gefahr für die Gesundheit und ohne Beschwerde dauernd eingeathmet werden, dagegen kann ein Druck von mehr als 4 Atmosphären ohne sofortige Schädigung vom menschlichen Organismus nicht ertragen werden. Es stellen sich dann ein: Sausen und Schmerzen im Ohr, Verminderung des Gehörs, Geruchs und Geschmacks, starke Schweissabsonderung, erschwerte Muskelthätigkeit und in einigen Fällen Zerreissung des Trommelfells. Andererseits kann eine rasche Rückkehr zu den gewöhnlichen Luftdruckverhältnissen mit ernsten Störungen verbunden sein; es treten dann die Erscheinungen ein,

welche wir eben bei rasch nachlassendem Luftdrucke erwähnt haben, und so kann es zu Blutungen aus Ohren, Nase, Mund, Lunge, Magen kommen, und in extremen Fällen kann der Tod eintreten [1]).

Wasserdampf.

An jedem Orte und zu jeder Zeit ist unserer Atmosphäre Wasserdampf beigemengt, dessen Menge indessen je nach der Temperatur, der Unterlage und dem Ursprunge der bewegten Luft ausserordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Durch die Sonnenwärme verdunstet das Wasser an der Erdoberfläche, insbesondere auf den Oceanen, vermischt sich als Wasserdampf mit den darüber lagernden Luftschichten und wird vom Winde weithin fortgetragen. Durch Abkühlung wird der Wasserdampf wieder der Luft entzogen und der Erdoberfläche unter den verschiedenen Niederschlagsformen wieder zurückgegeben. Der Wasserdampf in der Luft ist in beständiger Verdichtung und Neubildung begriffen und spielt so bei unseren Witterungserscheinungen eine der bedeutsamsten Rollen. Alle übrigen der Luft beigemengten wichtigeren Gase, wie Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, behalten ihren gasförmigen Charakter stets bei, aber beim Wasserdampf liegen die Temperaturen des Gefrier- und Siedepunktes zwischen verhältnissmässig engen Grenzen, durch welchen Umstand eine häufige Aenderung des Aggregatzustandes, sowie eine unregelmässige Ab- und Zunahme im Wasserdampfgehalte unserer Atmosphäre bedingt ist, so dass eine regelmässige Vertheilung des Wasserdampfes in der Luft wenigstens im grösseren Umfange nicht zu Stande kommen kann. Der Wasserdampf bildet also keine selbstständige Atmosphäre. Wäre dieses wirklich der Fall, so müsste der Wasserdampf wegen seines geringen specifischen Gewichtes langsamer mit der Höhe abnehmen, als es dem Luftdrucke entspricht, und so müsste in einer gewissen Höhe eine beständige Wolkenschicht unterhalten werden, da in dieser die Luft beständig mit Wasserdampf übersättigt wäre.

Während in der freien Atmosphäre das Wasser sich durch Verdunstung ungehindert in Wasserdampf verwandelt, wobei eine bestimmte Wärmemenge verbraucht (gebunden) wird, verdunstet in geschlossenen Räumen nur ein Theil des Wassers, und zwar um

---

[1]) Siehe das umfassende Werk von Paul Bert: „La pression barométrique, recherches de physiologie expérimentale", Paris 1878.

so mehr, je höher die Temperatur und je grösser die Trockenheit der Luft des geschlossenen Raumes ist. Denn die Luft kann bei einer gegebenen Temperatur nur eine bestimmte Dampfmenge aufnehmen; diese nennt man die Sättigungsmenge bei der bestimmten Temperatur, und die Luft, welche die grösstmöglichste Menge Wasserdampf aufgenommen hat, gesättigt. Erhöht man die Temperatur der gesättigten Luft im geschlossenen Raume, so kann diese Luft wieder eine weitere bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen, kühlt man dagegen ab, so muss ein Theil des in der Luft befindlichen Wasserdampfes sich als Niederschlag ausscheiden, wobei dieselbe Wärmemenge, welche bei der Verdunstung verbraucht wurde, wieder frei wird.

Die Wärmemenge, welche zur Verdunstung des Wassers erforderlich ist (Verdunstungswärme), ist nicht unbedeutend und spielt im Haushalte der Natur eine hervorragende Rolle. Versteht man unter einer Wärmeeinheit oder Kalorie eine Wärmemenge, welche 1 kg Wasser zugeführt werden muss, um dessen Temperatur um 1° C. zu erhöhen, so sind 537 Wärmeeinheiten erforderlich, um 1 kg Wasser von 100° in Wasserdampf zu verwandeln, und 606 Wärmeeinheiten, wenn die Verdunstung bei 0° stattfindet.

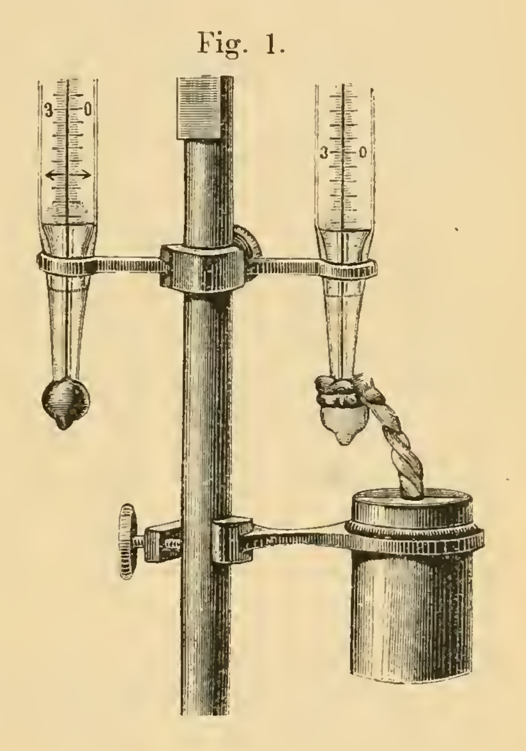
Feuchte Luft nennt man solche, welche ganz oder nahezu mit Wasserdampf gesättigt ist, trockene Luft dagegen diejenige, welche viel weniger Wasserdampf enthält, als sie vermöge ihrer Temperatur aufnehmen könnte. Feuchte Luft wird bei gleichbleibender Dampfmenge trocken, wenn man sie erwärmt, also vom Sättigungspunkte entfernt, ebenso wird trockene Luft feuchter, wenn man sie abkühlt, sie also ihrem Sättigungspunkte nähert. Die Temperatur, bei welcher durch Abkühlung die Sättigung eintritt und der Niederschlag beginnt, wird Thaupunkt genannt.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft werden ausgedrückt entweder durch die Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, oder durch die Spannung, d. h. durch den Antheil, welchen der Druck des Wasserdampfes an dem Gesammtdruck der Atmosphäre hat (absolute Feuchtigkeit), oder durch das Verhältniss der wirklich vorhandenen Dampfmenge zur grösstmöglichen (in Procenten), welche die Luft enthalten würde, wenn sie bei der gegebenen Temperatur mit Wasserdampf gesättigt wäre (relative Feuchtigkeit), oder endlich durch die Dampfmenge, welche die Luft unter den gegebenen Wärmeverhältnissen noch aufzunehmen vermag (Sättigungsdeficit).

Beispielsweise kann 1 cbm Luft bei 10° C. 9,3 g Wasserdampf aufnehmen: in dieser bei 10° gesättigten Luft übt der Wasserdampf

einen Quecksilberdruck [1]) aus oder hat die absolute Feuchtigkeit von 9,1 mm, ihre relative Feuchtigkeit beträgt 100 % und ihr Sättigungsdeficit 0. Erwärmen wir diese Luft ohne Zuführung von Wasserdampf auf 20°, so wird die absolute Feuchtigkeit 9,4 mm; die Luft könnte jetzt 17,1 g Wasserdampf pro Cubikmeter aufnehmen, also ist ihre relative Feuchtigkeit 54 % und ihr Sättigungsdeficit 7,8 g. Kühlen wir jetzt wieder ab, so erreicht die Luft bei 10° wieder den Sättigungspunkt oder den Thaupunkt, so dass jede weitere Abkühlung eine Ausscheidung des Wasserdampfes oder einen Niederschlag zur Folge haben muss. Bewerkstelligen wir die Abkühlung bis zu etwa 5°, so erfolgt wieder ein Niederschlag von 9,4—6,8 g oder 2,6 g Wasser pro Cubikmeter Luft. Eine Abkühlung dieser Luft unter 0° würde eine Ausscheidung des Wasserdampfes in fester Form bedingen.

Fig. 1.



Von den verschiedenen Instrumenten, welche zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft benutzt werden, wollen wir hier nur das August'sche Psychrometer anführen, welches am meisten verbreitet ist und welches eine sehr rasche und für die Praxis meist hinreichend genaue Messung der Luftfeuchtigkeit zulässt. Zwei in ihrem Gange möglichst übereinstimmende Thermometer sind neben einander aufgehängt, wobei die Kugel des einen Thermometers mit Musselin umwickelt ist, welcher dadurch beständig feucht erhalten wird, dass ein mit ihm verbundener Strang Baumwollenfaden in ein unmittelbar darunter stehendes Gefäss mit destillirtem Wasser reicht. Ist die Luft nicht im Zustande der vollen Sättigung, so verdunstet von der feuchten Kugel beständig Wasser, und zwar um so rascher, je trockener die Luft ist (abgesehen von der Grösse der Luftbewegung). Je stärker nun die Verdunstung ist, desto mehr Wärme wird hierzu verbraucht und desto tiefer muss der Stand des Thermometers mit der feuch-

[1]) d. h. der Wasserdampf hält einer Quecksilbersäule von 9,1 mm Höhe das Gleichgewicht.

ten Kugel sinken. Aus der Temperatur der umgebenden Luft, welche durch das Thermometer mit trockener Kugel angegeben wird und derjenigen des feuchten Thermometers lässt sich nun die Luftfeuchtigkeit berechnen. Eigens zu diesem Zwecke berechnete Tabellen, Psychrometertafeln, geben die absolute und relative Feuchtigkeit für jeden einzelnen Fall direkt an.

Für die Beurtheilung der Feuchtigkeitsverhältnisse einer Gegend ist die Kenntniss des Sättigungsdeficits von ganz besonderer Bedeutung. Die folgende Tabelle enthält das Sättigungsdeficit bei den verschiedenen Temperaturen und Unterschieden des trockenen und feuchten Thermometers (Psychrom. Differenz, $t—t'$, nach H. Meyer[1]):

Sättigungsdeficit:

Psychrom. Differenz $t - t'$	Trockenes Thermometer.									
	— 15°	— 10°	— 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
1°	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,4	1,7	1,9	2,3
2°	1,2	1,5	1,6	1,7	2,0	2,3	2,8	3,3	3,8	4,6
3°	—	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	4,1	4,8	5,7	6,9
4°	—	—	—	3,3	3,9	4,5	5,3	6,3	7,5	9,0
5°	—	—	—	—	4,9	5,6	6,6	7,7	9,2	11,0
6°	—	—	—	—	5,4	6,6	7,7	9,1	10,8	13,0
7°	—	—	—	—	—	7,6	8,9	10,5	12,4	14,9
8°	—	—	—	—	—	8,6	10,0	11,8	14,0	16,8
9°	—	—	—	—	—	—	11,1	13,1	15,5	18,5
10°	—	—	—	—	—	—	12,2	14,3	16,9	20,3

Die Feuchtigkeitsverhältnisse einer Gegend ergeben sich aus der Beschaffenheit der Erdoberfläche, aus ihrer Lage zur Nachbarschaft, insbesondere ob kontinental oder maritim gelegen und aus den allgemeinen Temperatur- und Windverhältnissen. Der Wasserdampf der Luft entstammt hauptsächlich den Gewässern. Hier verdunstet das Wasser an der Oberfläche und wird dann als Wasserdampf durch den Wind weithin in die Kontinente fortgetragen, nach Maassgabe der jeweiligen Temperatur sich dem Sättigungspunkte nähernd oder sich von demselben entfernend oder aber unter denselben sinkend und sich zu Niederschlag verdichtend, so dass nach

[1]) Vergl. Met. Zeitschr. 1885 S. 153 und 1887 S. XVI.

und nach der Wasserdampfgehalt der Luft geringer wird. Hiernach ist klar, dass im allgemeinen die Seeluft feuchter sein muss, als die Landluft und dass die von der See kommenden Winde wasserdampfreicher sind als die vom Lande und im Lande wehenden. In unseren Gegenden sind im allgemeinen die westlichen Winde am feuchtesten, dagegen die östlichen am trockensten.

Die Feuchtigkeit der Luft hat eine tägliche und eine jährliche Periode. In der täglichen Periode sind die Aenderungen des Dampfgehaltes der Luft oder der absoluten Feuchtigkeit gegenüber denjenigen der Temperatur nicht sehr erheblich. Je nach der örtlichen Lage lassen sich zwei Haupttypen der absoluten Feuchtigkeit unterscheiden, wovon der eine hauptsächlich dem kontinentalen, der andere vorzugsweise dem maritimen Klima eigen ist. Bei dem ersteren fällt ein Maximum auf den Vormittag, ein anderes auf den Nachmittag, während beim letzteren die grösste absolute Feuchtigkeit mit der grössten Tageswärme nahezu zusammenfällt. Viel grösser sind die täglichen Schwankungen der relativen Feuchtigkeit, und zwar nimmt dieselbe mit zunehmender Temperatur ab, im Gegensatze zur absoluten Feuchtigkeit, welche mit zunehmender Temperatur im allgemeinen ebenfalls zunimmt. Wo die Temperatur in den Vormittagsstunden und den ersten Nachmittagsstunden rasch ansteigt, da sinkt auch in demselben Maasse die relative Feuchtigkeit, und dort, wo jene keine grossen Schwankungen zeigt, sind auch die Aenderungen der relativen Feuchtigkeit in der täglichen Periode ebenfalls gering; der erstere Fall entspricht dem kontinentalen Klima und dem Sommer, der letztere dem maritimen Klima und dem Winter.

Die auf S. 22 abgedruckte Tabelle veranschaulicht nach Woeikof und Wild[1]) die Amplitude der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit.

„Am kleinsten sind in dieser Tabelle die täglichen Aenderungen der relativen Feuchtigkeit in Petersburg im December, wo auch die tägliche Amplitude der Temperatur fast verschwindet. In den anderen Monaten zeigt Sitka die kleinsten Aenderungen, wie es in einem so feuchten Seeklima dieser Breite zu erwarten ist. An den kontinentaleren Stationen beträgt die tägliche Amplitude der relativen Feuchtigkeit nahezu 30 % oder selbst darüber im August. Die Stationen Barnaul und Hüttenwerk Nertschinsk haben eine zu

---

[1]) Woeikof, Klimatologie I, S. 186 und Wild, Rep. Bd. IV, Nr. 7, S. 28.

	December		April		August		October	
	Amplitude der		Amplitude der		Amplitude der		Amplitude der	
	Temp.	rel. F.	Temp.	rel. F.	Temp.	rel. F.	Temp.	rel. F.
Sitka	1,0°	2,8%	5,1°	13,8%	5,3°	12,3%	3,0°	6,0%
Paris (St. Maur)	4,3	11,9	7,8	33,5	7,3	31,6	6,6	27,1
Dublin . . .	2,2	7	6,6	21	6,4	17	5,2	17
Halle	2,1	6,8	8,0	29,3	9,0	33,0	6,9	22,1
Prag	1,9	9,6	7,5	27,9	8,0	31,0	5,0	16,2
Wien	2,2	8,6	8,0	29,0	8,1	29,4	6,8	24,5
St. Petersburg	0,9	1,4	5,9	18,3	6,3	27,8	2,9	10,8
Barnaul . . .	3,6	—	8,9	21,4	10,4	33,6	7,0	19,3
Nertschinsk .	6,1	—	10,1	19,6	10,5	29,3	9,2	20,0
Peking . . .	7,3	18,6	9,9	27,4	7,1	26,2	9,2	26,9
Nukuss . . .	7,3	26,0	11,8	39,5	13,8	50,5	14,3	50,5
Tiflis	5,3	17,0	7,5	30,0	9,6	31,0	8,2	23,0

kleine Amplitude der Feuchtigkeit im Vergleich zu derjenigen der Temperatur, was wohl von den mangelhaften Psychrometerbeobachtungen kommt (die stündlichen Beobachtungen endeten im Jahre 1862). In Tiflis ist die Amplitude der Feuchtigkeit selbst im December noch 17 %, in Peking fast 19 %; an letzterem Orte herrscht dann der trockene Monsun. Besonders gross ist die Amplitude der Temperatur wie der Feuchtigkeit in Nukuss in Centralasien; im August und October ist letztere über 50 %, im Juni selbst über 53 %. Hier ist die Luft, wenn auch im ganzen trocken, doch feuchter, als in den benachbarten Wüsten, weil die künstliche Bewässerung in der nächsten Umgebung, wie auch in der Oase Chiwa, im Westen die Luft mit Wasserdampf bereichert."

Die Amplitude der Temperatur nimmt vom ausgesprochenen Seeklima bis zum eigentlichen Landklima nach und nach zu, ebenso wächst auch die Amplitude der relativen Feuchtigkeit mit der Entfernung vom Meere in den innern Kontinent. Beim Uebergang vom Winter zum Sommer zeigt sich für kontinental gelegene Orte höherer Breiten eine raschere Zunahme der täglichen Schwankung der relativen Feuchtigkeit, als bei maritim gelegenen Orten; auch für mittlere Breiten zeigt sich diese Erscheinung.

Die tägliche Periode des Sättigungsdeficits ist bis jetzt noch nicht genügend untersucht worden. In der unten folgenden Tabelle sind für die einzelnen Monate die Mittelwerthe für die drei Beobachtungstermine für einige deutschen Stationen angegeben worden, woraus wenigstens Anhaltspunkte für die tägliche Amplitude ge-

wonnen werden können. Es zeigt sich, dass der Abend durchschnittlich trockener ist als der Morgen; nur auf Borkum, welches ein ausgesprochenes Seeklima hat, liegt die Sache umgekehrt.

Der jährliche Gang der absoluten Feuchtigkeit (s. Tabelle S. 24) entspricht demjenigen der Temperatur; das Minimum der absoluten Feuchtigkeit fällt in den kältesten Monat, in unseren Gegenden in den Januar, das Maximum in die Sommermonate (Juli, stellenweise auch August). In Deutschland schwankt das Jahresmittel der absoluten Feuchtigkeit zwischen 6 und 8 mm, im Winter beträgt dieselbe durchschnittlich 4, im Sommer im Mittel etwa 11 mm. Von Westen nach Osten hin nimmt in unseren Gegenden die absolute Feuchtigkeit ab, ebenso wie die jährliche Schwankung. Gebirgsgegenden haben eine verhältnissmässig geringe absolute Feuchtigkeit und geringe Jahresschwankung.

In dem jährlichen Gange der relativen Feuchtigkeit sind die Schwankungen viel grösser als die der absoluten Feuchtigkeit. Für unsere Gegenden ist die relative Feuchtigkeit am grössten im Monat Januar, am geringsten im Spätfrühling (Mai). Grösser ist sie in derselben Jahreszeit an der Küste als im Binnenland, grösser in der Höhe als in der Niederung. Oertliche Verhältnisse, wie Gebirge, grössere Flüsse, die unmittelbare Nachbarschaft wärmerer Gegenden, ausgedehnte Wälder, die Anwesenheit einer Schneedecke u. dergl. können auf die relative Feuchtigkeit der Luft einen sehr erheblichen Einfluss ausüben.

Das Sättigungsdeficit, welches unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur einen guten Maassstab für die austrocknende Wirkung der Luft abgiebt, hat in seinem jährlichen Gang viele Aehnlichkeit mit der jährlichen Periode der Temperatur: das Minimum fällt in unseren Gegenden in den December oder in den Januar, das Maximum fast allgemein in den Juli. Am feuchtesten ist es im Winter, dann im Herbst, während der Frühling, insbesondere aber der Sommer am trockensten sind.

Bei der Beurtheilung der Feuchtigkeitsverhältnisse einer Gegend oder eines Ortes ist zu berücksichtigen, ob die herrschenden Winde Land- oder Seewinde sind, welche Gegenden oder Gebirge dieselben auf ihrem Wege bestreichen, ob und wie sie auf demselben ihre Beschaffenheit ändern.

Die folgenden Tabellen veranschaulichen für eine Anzahl hauptsächlich deutscher Stationen die jährliche Periode der absoluten und relativen Feuchtigkeit sowie des Sättigungsdeficits.

I. Absolute Feuchtigkeit, Druck in Millimeter Quecksilber.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr	Amplitude
Königsberg	3,8	3,4*	3,4*	3,8	5,1	7,0	9,6	10,9	10,7	7,3	6,7	4,6	6,5	7,5
Klaussen	3,4	3,2*	3,2*	3,8	5,3	7,2	9,8	10,7	10,4	8,4	6,4	4,5	6,4	7,5
Thorn	3,9	3,8	3,7*	4,0	5,6	7,1	10,0	10,8	10,6	9,1	6,9	5,1	6,7	7,1
Konitz	3,6	3,5*	3,5*	4,0	5,2	6,8	9,5	10,4	10,2	8,6	6,5	4,6	6,4	6,9
Stettin	4,1	3,9*	3,9*	4,3	5,4	7,0	9,4	10,6	10,6	8,9	6,9	5,0	6,7	6,7
Berlin	4,2	3,9*	4,1	4,5	5,3	7,1	9,6	10,7	10,6	8,8	7,2	5,1	6,6	6,8
Posen	4,0	3,8*	3,9	4,4	5,8	7,3	9,8	10,9	10,8	8,9	6,9	4,9	6,8	7,1
Breslau	3,8	3,6*	3,8	4,2	5,4	7,3	9,6	10,6	10,4	8,8	6,9	4,8	6,5	6,9
Görlitz	3,8	3,6*	3,8	4,3	5,5	7,0	9,5	10,6	10,1	8,7	6,8	4,7	6,5	6,9
Halle	4,1	3,9*	4,1	4,3	5,8	7,5	10,0	11,2	10,8	9,1	7,1	5,1	6,9	7,3
Grossbreitenbach	3,7	3,5*	3,9	4,0	5,2	6,5	8,5	9,7	9,4	8,0	6,0	4,5	6,1	6,2
Cassel	4,3	4,0*	4,5	4,7	6,0	7,4	9,8	11,3	10,0	9,4	7,0	5,0	7,0	7,3
Göttingen	4,3	4,1*	4,4	4,8	5,8	7,5	10,0	11,2	10,9	9,4	7,3	5,3	7,1	7,1
Clausthal	3,9	3,7*	3,8	4,0	5,0	6,4	8,4	9,6	9,5	8,2	6,4	4,6	6,1	5,9
Wernigerode	4,0	3,8*	4,0	4,4	5,4	6,9	8,9	10,1	9,8	8,5	6,5	4,9	6,4	6,3
Hannover	4,6	4,4*	4,6	5,0	5,9	7,4	9,8	10,9	10,9	9,5	7,5	5,4	7,1	6,5
Kiel	4,7	4,4*	4,4*	4,7	5,7	7,2	9,8	11,1	11,1	9,7	7,5	5,4	7,2	6,7
Hamburg	4,6	4,2*	4,7	4,7	5,7	7,6	10,3	11,8	11,5	9,8	7,5	5,8	7,4	7,6
Helgoland	5,0	4,8	4,7*	4,8	5,7	7,0	9,7	11,4	11,5	9,9	7,9	5,8	7,4	6,7
Borkum	5,1	4,5*	5,1	5,2	6,4	7,8	10,6	12,0	12,0	10,4	8,0	6,1	7,8	7,5
Emden	4,9	4,6*	4,7	5,3	6,0	8,2	9,8	11,2	11,2	9,8	7,8	5,6	7,4	6,6
Münster i. W.	5,0	4,6*	5,0	5,3	6,7	8,3	10,9	12,2	12,1	10,1	7,9	5,7	7,8	7,6
Crefeld	4,7	4,4*	4,9	5,1	6,1	7,6	9,9	11,0	11,0	9,6	7,7	5,5	7,3	6,6
Marburg	4,5	4,1*	4,7	4,8	6,1	7,5	10,1	11,4	11,0	9,0	7,0	5,3	7,1	7,3
Darmstadt	4,3	4,2*	4,6	4,7	5,7	7,4	9,6	11,1	10,7	9,3	7,0	5,6	7,0	6,9
Trier	4,6	4,4*	4,6	4,7	5,8	7,4	9,7	10,7	10,6	9,2	7,4	5,4	7,0	6,3
Wien	3,7	3,6*	3,8	4,4	5,7	8,2	10,0	10,9	11,0	9,3	7,2	4,8	6,9	7,4
St. Petersburg	3,0	2,6	2,5*	3,0	4,2	6,0	8,7	10,6	10,3	8,0	5,5	3,8	5,7	8,1
Tiflis	4,2	3,6*	3,8	4,9	6,3	9,2	10,9	12,2	12,3	10,2	8,1	5,8	7,6	8,7
Barnaul	1,7	1,3*	1,5	2,2	3,9	5,8	8,9	11,2	10,0	6,6	4,1	2,4	5,0	9,9
Nertschinsk	0,5	0,4*	0,6	1,5	2,8	4,4	8,3	11,4	9,9	6,0	3,0	1,2	4,2	11,0
Peking	2,3	2,0*	2,4	3,5	5,5	8,3	12,8	18,2	16,8	11,4	6,4	3,5	7,8	16,2
Sitka	4,2	3,9*	4,0	4,1	4,9	6,1	7,6	9,0	9,3	8,0	6,2	5,1	6,0	5,4

II. Relative Feuchtigkeit in Procent.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr	Amplitude
Königsberg	88	88	86	82	75	71*	72	74	75	80	83	87	80	17
Klaussen	93	93	91	87	78	73	72*	74	76	80	84	89	83	21
Thorn	90	88	86	80	75	70*	71	69	73	77	83	88	79	20
Konitz	90	89	88	83	76	73	69*	72	75	79	85	89	81	21
Stettin	88	87	84	79	71	67*	68	70	72	75	81	85	77	21
Berlin	84	84	80	75	69	64*	66	67	69	73	79	83	74	20
Posen	89	88	87	81	74	68*	69	70	73	77	82	87	79	21
Breslau	84	84	82	77	70	67*	68	68	70	73	79	83	75	17
Görlitz	85	85	83	78	69	68*	68	70	71	73	79	83	76	17
Halle	84	83	82	78	71	68*	70	71	72	75	80	84	76	16
Grossbreitenbach	92	91	89	85	79	76*	76	78	80	81	86	90	85	16
Cassel	84	93	80	76	72	71*	75	76	78	81	83	83	79	13
Göttingen	89	87	84	80	73	71*	73	75	78	80	84	86	80	18
Clausthal	92	90	88	84	77	73*	76	78	80	82	86	90	82	19
Wernigerode	82	79	77	76	71	69	67*	70	72	73	78	81	75	15
Hannover	88	86	83	80	72	69*	71	73	75	78	83	86	79	19
Kiel	86	87	85	82	78	74*	76	78	79	82	84	85	81	13
Hamburg	92	90	89	80	72	69*	73	79	78	83	86	90	82	23
Helgoland	87	90	88	86	83	78*	83	83	83	83	82	82	84	12
Borkum	92	90	91	86	84	81*	82	82	83	86	87	89	86	11
Emden	91	91	88	84	79	74*	75	77	79	82	87	90	83	17
Münster i. W.	90	88	87	84	80	79*	80	82	83	85	87	88	85	11
Crefeld	85	84	81	75	68	65*	66	68	70	75	81	84	75	20
Marburg	92	91	88	83	75	73*	77	78	79	82	86	89	83	19
Darmstadt	87	83	81	73	66	64*	66	68	70	74	80	84	75	23
Trier	86	87	81	72	67	66*	68	69	71	76	81	82	75	21
Wien	83	84	80	71	63*	64	64	63*	66	69	76	80	77	20
St. Petersburg	90	90	90	85	78	71*	72	74	78	82	84	87	82	19
Tiflis	77	76	74	68	63	64	61	56*	59	64	70	75	67	21
Barnaul	91	93	93	90	75	61*	64	70	73	74	78	87	79	32
Nertschinsk	73	74	73	72	63	55*	66	75	78	74	70	74	71	23
Peking	58	58	59	51	49*	51	61	76	76	68	60	58	61	27
Sitka	85	86	85	80	79*	80	81	85	88	87	86	86	84	9
Ghardaïa (Sahara 7a	71	70	64	54	46	40	31	28*	33	44	55	67	50	43
520 m 32° 35 N. B., 1p	45	40	31	26	21	17	14	12*	15	19	31	37	26	33
3° 40 E.L. Gr.) . 7p	55	53	42	34	28	22	18	14*	17	22	39	49	33	41

III. Sättigungsdeficit, Druck in Millimeter Quecksilber. 1879|83.

		Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
Berlin	6h a. m.	0,5*	0,6	0,7	0,9	1,3	2,3	**3,3**	3,2	2,1	1,6	1,0	0,9	1,5
	2h p. m.	0,9*	1,0	1,6	3,2	5,6	8,7	9,7	**10,7**	8,7	7,3	3,1	1,7	5,2
	10h p. m.	0,7	0,6*	0,9	1,5	2,4	3,8	5,0	**5,2**	3,7	3,0	1,4	1,1	2,4
Posen	6h a. m.	0,4*	0,5	0,6	0,6	0,9	1,7	2,4	**2,5**	1,6	1,2	0,7	0,6	1,1
	2h p. m.	0,7*	0,8	1,3	2,5	4,7	8,0	9,1	**10,1**	7,5	6,8	2,7	1,3	4,6
	10h p. m.	0,5*	0,5*	0,6	1,0	1,7	3,0	3,2	**3,6**	2,6	2,2	1,0	0,6	1,7
Breslau	6h a. m.	0,5	0,4*	0,6	0,7	1,1	1,6	2,2	**2,8**	1,8	1,4	0,9	0,7	1,2
	2h p. m.	1,0*	1,1	1,6	3,0	5,1	7,1	8,9	**10,3**	8,3	7,5	3,6	1,8	4,9
	10h p. m.	0,6*	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	3,7	**4,5**	3,1	2,4	1,4	1,0	2,0
Cassel	6h a. m.	0,6	0,5*	0,7	0,8	1,3	1,8	1,9	**2,0**	1,4	0,9	0,7	0,7	1,1
	2h p. m.	0,8*	0,8*	1,5	3,3	5,4	8,0	8,4	**8,9**	7,2	5,1	2,5	1,7	4,5
	10h p. m.	0,6	0,5*	0,8	1,2	2,0	3,0	3,0	**3,2**	2,4	1,4	1,0	0,8	1,7
Kiel	8h a. m.	0,3	0,2*	0,3	0,4	1,1	1,9	**2,1**	1,7	1,2	0,7	0,5	0,4	0,9
	2h p. m.	0,4*	0,4*	0,6	1,2	2,6	4,0	**4,5**	4,3	3,5	2,3	1,5	0,7	2,2
	8h p. m.	0,3*	0,3*	0,4	0,5	1,1	2,3	**2,3**	2,0	1,4	0,9	0,7	0,5	1,0
Hamburg	8h a. m.	0,3	0,2*	0,3	0,7	1,5	2,5	**2,9**	2,5	1,8	1,4	0,8	0,5	1,3
	2h p. m.	0,5*	0,6	0,7	2,1	3,9	5,6	**6,0**	5,5	5,3	3,7	1,7	1,2	3,1
	8h p. m.	0,4	0,3*	0,6	1,1	2,1	3,3	**3,7**	2,7	2,6	1,9	1,0	0,4	1,7
Borkum	8h a. m.	0,4	0,4	0,3*	0,6	1,2	1,8	2,3	**2,5**	2,1	1,5	1,0	0,7	1,2
	2h p. m.	0,5*	0,6	0,6	1,3	2,1	2,6	3,2	**3,7**	3,5	2,7	1,5	0,9	1,9
	8h p. m.	0,4*	0,4*	0,4*	0,6	0,9	1,3	1,4	**1,8**	1,6	1,0	0,9	0,7	0,9

Hygienische Bedeutung der Luftfeuchtigkeit.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft und ihre mannigfachen Schwankungen beeinflussen in ausgezeichneter Weise den menschlichen Körper, indem sie in innigster Beziehung stehen zu dem Wasserverluste, welchen der Körper einerseits durch die Ausscheidungen durch Nieren und Darm und andererseits durch die Athmung und die Verdunstung durch die Haut (Schweiss) erleidet.

Die folgende Tabelle giebt nach Renk[1]) eine übersichtliche Darstellung der Menge des Wasserdampfes, welche in 9000 l Athemluft in 24 Stunden aus dem Körper ausgeschieden werden, und zwar bei völliger Trockenheit und Sättigung, sowie den dazwischen liegenden relativen Feuchtigkeiten von 25 %, 50 %, 75 %.

Lufttemperatur bei		Relative Feuchtigkeit der Inspirationsluft				
Inspiration	Exspiration	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
— 10° C.	+ 30,0°	271 g	266	261	256	250
0	32,7	313	302	291	280	269
+ 5	33,9	333	318	303	288	273
10	35,0	354	333	312	290	269
15	36,0	373	344	315	286	258
20	36,9	390	352	313	274	236
25	37,2	396	345	293	242	191
30	37,5	400	335	267	199	131

[1]) Siehe Renk, Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten, bei Vogel, Leipzig 1886, 2. Abth., 2. Heft, „Die Luft", S. 62. Wir ermangeln nicht, dieses treffliche Buch bestens zu empfehlen.

Je nach dem Feuchtigkeitsgehalte und der Temperatur der Luft sind also die ausgeathmeten Wasserdampfmengen sehr verschieden, in den extremsten Fällen schwanken sie sogar um das Dreifache. Sowohl eine hochgradige Trockenheit als auch eine hochgradige Feuchtigkeit der Luft können ohne merklich schädliche Folgen für die Athmungsorgane ertragen werden. In der Sommerszeit sinkt im Innern der Kontinente (in den extremsten Fällen auch in unseren Gegenden) die relative Feuchtigkeit zuweilen unter 25 % herab, ebenso in der Winterszeit in geheizten Wohnungen, während andererseits die Luft bei niederen und mittleren Temperaturen im Freien und in geschlossenen Räumen bei allen Temperaturen häufig mit Wasserdampf gesättigt ist, und doch kann in diesen extremen Fällen die Luft meistens ohne merkliche Belästigung eingeathmet werden, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass in geschlossenen Räumen andere Einflüsse, so beispielsweise Staub, Verbrennungsproducte, Beimischungen von fremden Gasen auf die Athmungswerkzeuge störend wirken können. Ein Ausgleich kann allerdings dadurch bewerkstelligt werden, dass auch in anderer Weise dem Körper Wasser zugeführt und aus ihm entfernt wird. Solche regulatorische Mittel setzen den Menschen in Stand, die Wirkungen der Feuchtigkeitsschwankungen leicht zu überwinden; wenn aber jene versagen, wie beispielsweise bei Kranken, dann treten häufig sehr ernste Folgeerscheinungen auf.

Neben der Ausscheidung des Wasserdampfes durch die Athmung wird auch eine beträchtliche Menge Wasserdampf durch die Haut abgeschieden. Dass diese Ausscheidung durch den Lebensprocess hauptsächlich hervorgebracht wird, geht daraus hervor, dass von der Oberfläche der Leichen kaum der fünfzehnte Theil Wasser verdunstet gegenüber der von der lebenden Hautoberfläche verdunstenden Menge. Man kann annehmen, dass die tägliche Wasserausscheidung durch die Haut durchschnittlich etwa 600—700 g beträgt [1]), also etwa das Doppelte der Wassermenge, welche durch die Athmung aus dem Körper entfernt wird. Nahezu dieselbe Wassermenge, welche durch Athmung und durch die Haut abgeschieden wird, verlässt den Körper in flüssiger Form (Harn, Koth), jedoch in der Weise, dass bei spärlicher Wasserabgabe durch Verdampfung von Lunge und Haut eine reichlichere Harnausscheidung, und bei gesteigerter Ver-

[1]) Nach E. Cramer kann der durch die Haut abgegebene Schweiss täglich bei starker Arbeit 2,91 %, an heissen Sommertagen 4,87 % und bei starker Anstrengung 7,7 % des Körpergewichtes betragen.

dampfung eine geringere Harnabgabe stattfindet. Dabei ist die Menge des aus dem Körper ausgeschiedenen Wasserdampfes von verschiedenen Umständen abhängig, so von der Temperatur der umgebenden Luft, von der Wärmeproduction und ausserdem auch von Gemüthsbewegungen. Arbeitsleistungen, Altersverhältnissen. Krankheitszuständen u. dergl. Das aus dem Körper ausgeschiedene Wasser wird wieder ersetzt durch den Dampfgehalt der eingeathmeten Luft und durch direkte Wasserzufuhr. Findet dieser Ersatz in nicht genügender Weise statt, so macht sich das Durstgefühl bemerklich, indem an der Zungenwurzel sowie am Gaumen Trockenheit eintritt, welche jenes Gefühl veranlasst. Es ist bemerkenswerth, dass dieses Sinnesorgan als Wächter der Wassergehaltsregulirung im Menschen gerade an einer Stelle angebracht worden ist, wo auch der Wasserersatz stattfindet, wenn auch der zu starke Wasserverlust an ganz anderen Stellen stattfand.

Um den Unterschied des ausgeathmeten zum eingeathmeten Wasserdampfe mit einiger Annäherung zu bestimmen, machen wir die Voraussetzung, dass die Ausathmung bei völliger Sättigung den Körper verlässt — was indessen der Wirklichkeit nicht ganz entspricht, insbesondere bei niedriger Lufttemperatur — und setzen die Temperaturen denjenigen in obiger Tabelle (S. 25) gleich; dann bestimmen wir für die verschiedenen Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade der Luft den Wasserdampfgehalt der Luft (Gramm in Kubikmetern), ziehen diesen vom Wasserdampfgehalt der ausgeathmeten Luft ab und erhalten so die folgende Tabelle:

Temperatur der Luft		Relative Feuchtigkeit der Luft					
der eingeathmeten	der ausgeathmeten	100 %	80 %	60 %	40 %	20 %	0 %
— 10°	+ 30,0°	27,6	28,1	28,6	29,9	29,5	30,0
0	32,7	29,9	30,8	31,8	32,8	33,7	34,7
10	35,0	29,9	31,8	33,6	35,4	37,3	39,2
20	36,9	26,1	29,5	32,9	36,4	39,8	43,2
30	37,5	14,6	20,6	26,6	32,6	38,6	44,6

Die obigen Zahlen geben den Wasserverlust bei den verschiedenen Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden der Luft. Man sieht daraus, dass die Wasserabgabe bei niedrigen Lufttemperaturen sehr langsam mit abnehmender relativer Feuchtigkeit wächst, sehr rasch dagegen bei hohen Lufttemperaturen. Der Umstand, dass die eingeathmete Luft nicht auf die volle Blutwärme und auch nicht zur völligen Sättigung gebracht wird, mässigt im Winter die Wasserdampfabgabe durch die Athmung ganz erheblich, wobei die Luft-

feuchtigkeit keine erhebliche Rolle spielt. Im Sommer ist der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Wasserabgabe ganz bedeutend, indem diese je nach der relativen Feuchtigkeit um mehr als das Dreifache schwanken kann.

Wir beurtheilen die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft nicht nach der Wassermenge, welche die Lungen an die Luft abgeben, hierüber hat unser Gefühl wenig Urtheil, sondern hauptsächlich nach der Wasserabgabe, welche der Körper durch die Haut erleidet und welcher auch, wie bereits erwähnt, doppelt so gross ist, als die Wasserabgabe durch die Athmung.

Zwischen Körper und entsprechender Kleidung befindet sich eine Luftschicht mit ziemlich gleichbleibender Temperatur und Feuchtigkeit, welche den Austausch an Wärme und Wasserdampf zwischen der Haut und der äusseren Luft unterhält. Je trockener und kälter die Luft ist, desto mehr Wasser muss unter denselben Umständen von der Haut abgegeben werden, dagegen je wärmer und feuchter dieselbe ist, desto geringere Ausscheidungen durch die Haut sind erforderlich. Aufgabe der Kleidung ist es nun, ein gewisses Gleichgewicht zwischen der äusseren Luft und derjenigen zwischen Körper und Kleidung zu erhalten. Dabei spielt nun aber auch die Bewegung der Luft eine ganz hervorragende Rolle, indem sie die Verdunstung und damit den Wasser- und Wärmeverlust beschleunigt. Bei windigem Wetter ist strenge Kälte viel weniger und heisse Witterung viel leichter zu ertragen, als bei ruhiger Witterung.

Bei unbekleideten Körpertheilen und ebenso bei lockerer, durchlässiger Bekleidung richtet sich die Wasserabgabe an die Luft hauptsächlich nach der Temperatur und relativen Feuchtigkeit, oder nach dem Sättigungsdeficit der Luft. Ist das Sättigungsdeficit gering, so wird die Wasser- und Wärmeabgabe verlangsamt. Namentlich erzeugt dieser Zustand bei hohen Temperaturen und ruhiger Luft das Gefühl drückender Schwüle. Dagegen beschleunigt grosses Sättigungsdeficit die Wasser- und also auch die Wärmeabgabe. Grosses Sättigungsdeficit lindert die Hitze in unseren extremen Sommern und kann auch bei grosser Winterkälte leicht ertragen werden, wenn nicht starke Luftbewegungen dazu kommen. In unseren Wohnungen ist das Sättigungsdeficit im Winter im allgemeinen ausserordentlich gross, aber dieser Zustand wirkt nicht unangenehm, weil die Luft beständig ruhig ist. — Aus allem diesem ist klar, dass die Feuchtigkeit der Luft in Bezug auf den Wärme-

haushalt des Körpers eine ganz besondere Rolle spielt, worüber wir noch weiter unten zu sprechen haben.

Rasche Schwankungen der Luftfeuchtigkeit müssen auf die Thätigkeit des menschlichen Organismus eine nicht unbedeutende Wirksamkeit ausüben, namentlich aber durch eine plötzliche Aenderung des Blutdruckes, welche namentlich bei kranken Personen besonders zur Geltung kommt. Aus diesem Grunde wäre es sehr wünschenswerth, dass die Veränderlichkeit der Luftfeuchtigkeit in kürzeren Zeitintervallen für die verschiedenen Klimate genauer festgestellt würde.

In trockenen Gegenden ist im allgemeinen das Blut wasserärmer, und daraus folgt gesteigerte Thätigkeit des Nervensystemes, Neigung zur Schlaflosigkeit und beschleunigte Blutbewegung. Dieselbe Wirkung hat wegen der vermehrten Verdunstung auch das Höhenklima. Ist dabei die Luft kalt, so steigern sich die Entwärmung, die Wasserdampfabgabe und hiermit auch das Durstgefühl, ebenso wenn sie warm ist, aber die Entwärmung ist eine wohlthuendere als im ersteren Falle, wenn wir von der eintrocknenden Wirkung auf die Haut absehen.

Umgekehrt wird in einem feuchten Klima die Thätigkeit des Nervensystems vermindert, die Blutbewegung verlangsamt und ruhiger Schlaf begünstigt. Kalte feuchte Luft begünstigt im hohen Grade die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung, mehr als kalte und trockene Luft, dagegen warme feuchte Luft vermindert die Wärmeabgabe und bringt unter Umständen (bei grosser Wärmeproduction durch den Stoffwechsel) Wärmestauungen hervor, welche von sehr schlimmen Folgen begleitet sein können.

Dass solche durch die Beschaffenheit des Klimas gegebenen dauernden Einwirkungen auf die körperliche und geistige Entwickelung des Menschen von hervorragendem Einflusse sein müssen, dürfte zweifellos sein.

Mittelbar sind die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft von nicht geringer Bedeutung. Ist die Luft bei höherer Temperatur sehr trocken, so wird die Bodenoberfläche staubförmig ausgetrocknet. Staub und Mikroorganismen werden in die Luft übergeführt und werden durch die Winde weit hinweg getragen. Die meisten Arten der Mikroorganismen werden allerdings durch die Austrocknung getödtet, aber es giebt auch einige Arten, welche der Austrocknung widerstehen, und diese finden dann unter Umständen eine grosse Verbreitung. Es hat sich gezeigt, dass bei beginnender Trockenheit

die Zahl der Spaltpilze in der Luft grösser wird, dann aber bei anhaltender Trockenheit wieder abnimmt, wobei ihre Lebensfähigkeit nach und nach erlischt. Mit der Entstehung, der Ausbreitung und dem Verschwinden gewisser epidemischer Krankheiten stehen die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft jedenfalls in einem gewissen Zusammenhange, indessen haben die vielfachen Untersuchungen auf diesem Gebiete noch zu keinem ganz sicheren, zweifellosen Ergebnisse geführt und alle Widersprüche, welche sich uns aufdrängen, noch lange nicht gänzlich beseitigt.

Die Kohlensäure.

Die reine Kohlensäure ist ein farbloses Gas von schwach säuerlichem Geschmack und Geruch, welches die Verbrennung nicht unterhält und, in grösserer Menge eingeathmet, der Gesundheit schädlich werden kann. Die Kohlensäure ist 1,53mal schwerer als die Luft (1 l Kohlensäure wiegt bei 0^0 und 760 mm Druck 1,977 g), und daher kommt es, dass sie in Brunnen und Kellern sich längere Zeit erhalten kann. Bei einem Drucke von 36 Atmosphären und einer Temperatur von 0^0 verdichtet sie sich zu einer farblosen Flüssigkeit, welche bei -70^0 zu einer schneeartigen Masse erstarrt. 1 cbm Wasser nimmt bei gewöhnlichem Druck 1 cbm Kohlensäure auf, bei verstärktem Drucke kann man dem Wasser eine grössere Menge Kohlensäure zuführen, diese aber entweicht bei nachlassendem Drucke mit grosser Heftigkeit (Selterser Wasser). Das arterielle Blut enthält 27 bis 45 %, das venöse 45 bis 52 % Kohlensäure, und auch in den übrigen Flüssigkeiten des Körpers ist Kohlensäure reichlich vorhanden.

Athmet man mittelst eines Glasrohres durch Kalkwasser aus, so findet eine Trübung statt, indem sich die Kohlensäure der Athemluft mit dem Kalk zu unlöslichem kohlensaurem Kalk verbindet. Lässt man Kalkwasser in einem offenen Gefässe frei an der Luft stehen, so überzieht sich die Flüssigkeit mit einer Haut von kohlensaurem Kalk. Zur Bestimmung der Kohlensäure in der Luft wird Barytwasser benutzt, welches die Kohlensäure begierig aufnimmt. Eine eingehende Beschreibung der hierbei angewandten Methode liegt nicht in den Zwecken dieses Buches, wir erwähnen hier nur noch ein sehr einfaches Verfahren, welches eine ungefähre Schätzung des Kohlensäuregehaltes der Luft gestattet. Auf ein mit Phenolphtaleïn präparirtes Papier bringe man einen Tropfen Kalkwasser,

wodurch ein rother Fleck entsteht, welcher um so rascher an der Luft verschwindet, je grösser der Kohlensäuregehalt der Luft ist.

Obgleich die der Luft beigemischte Kohlensäure der Menge nach verhältnissmässig sehr gering ist, so ist dieselbe für das organische Leben dennoch von ausserordentlicher Wichtigkeit.

Die Kohlensäure der Luft entstammt hauptsächlich dem Athmungs-, Verbrennungs- und Verwesungsprocesse, der Grundluft, den kohlensauren Quellen, Höhlen, Bergspalten u. dergl. Die frei gewordene Kohlensäure vermischt sich rasch mit der Luft, wobei die Luftbewegung beschleunigend mithilft, so dass das Luftgemenge überall nahezu dieselbe Zusammensetzung zeigt. Zahlreiche Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes haben zu dem Ergebnisse geführt, dass die freie Atmosphäre unserer Gegenden nahezu 0,03 % Kohlensäure enthält, also jedes Kubikmeter Luft 0,3 l oder 0,6 g Kohlensäure. Der Kohlensäuregehalt der Luft ist örtlich und zeitlich nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen, wie aus folgender Tabelle hervorgeht (Liter in 1 cbm Luft):

	Minim.	Maxim.	Mittel
Fr. Schulze fand in Rostock	0,225	0,344	0,292
Henneberg in Weende-Göttingen	—	—	0,320
A. Levy in Montsouris	0,243	0,359	0,297
Petermann in Gembloux	0,260	0,354	0,260
Fittbogen in Dahme	0,270	0,417	0,292
Thorpe auf den Irischen Seen	0,266	0,322	0,308
„ „ dem Atlantischen Ocean	0,266	0,336	0,295
Reiset in Dieppe (Feldstation)	—	0,342	0,298
Fodor in Budapest	0,334	0,486	0,387
A. Smith in Madrid	—	—	0,516
„ „ „ vor der Stadt	—	—	0,450
„ „ London, auf der Themse	—	—	0,343
in den Parks	—	—	0,301
in den Strassen	—	—	0,380
auf Strassen und Plätzen			
bei N- u. NW-Wind	—	—	0,444
„ S- u. SW-Wind	—	—	0,439
„ O- u. SO-Wind	—	—	0,475
„ W-Wind	—	—	0,412
Macagno in Palermo, zur Regenzeit	—	—	0,330
bei gutem Wetter	—	—	0,390
Reiset in Paris, bei Tage	—	—	0,289
„ Nacht	—	—	0,308
„ Nebel	—	—	0,317
Müntz und Aubin in Paris bei bedecktem Himmel	0,322—0,422		0,380
„ klarem Himmel	0,289—0,310		
Spring und Roland in London, bei Nebel	—	—	0,72
an nebelfreien Tagen	—	—	0,40
Fodor (Budapest), Mittel für December bis Februar	—	—	0,383
„ „ März bis Mai	—	—	0,384
„ „ Juni bis August	—	—	0,383
„ „ September bis Nov.	—	—	0,404

Ausserdem fügen wir noch eine Zusammenstellung von Petermann und Grafian hinzu, welche aus anscheinend zuverlässigen Beobachtungen in dem Zeitraume 1889/91 zu Gembloux (Belgien) abgeleitet ist (vgl. Mém. d. l'Acad. d. sciences de Belgique, XLVII. Vol.; Theile Kohlensäure auf 10,000 Vol. Luft):

Luftdruck	720—730	730—740	740—750	750—760	760—770 mm
Kohlensäure	3,11	2,94	2,93	2,95	2,93

Feuchtigkeit	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100 %
Kohlensäure	2,99	2,91	2,94	2,94	2,95	2,95

Temperatur	—10—5	—5—0	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30°
Kohlensäure	3,12	2,94	2,97	2,95	2,95	2,92	2,91	2,88

Klarer Himmel	Bedeckter Himmel	Stürmisch	Regnerisch	Neblig	Schnee	Gesammtmittel
2,88	2,92	2,88	2,93	3,13	3,10	2,944

Frühling	Sommer	Herbst	Winter
2,958	2,919	2,927	2,958

Man sieht hieraus, dass der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre grossen Schwankungen unterworfen ist, wenn auch zugegeben werden muss, dass durch die Bestimmungsmethoden mehr oder weniger belangreiche Abweichungen in obiger Tabelle bedingt sind. Im allgemeinen ist der Kohlensäuregehalt grösser in grossen Städten als im Freien, grösser in kontinental als in maritim gelegenen Gegenden, grösser bei Tag als bei Nacht, grösser bei Nebel und Schnee als bei nebel- und schneefreier Witterung, grösser bei windstiller als bei bewegter Luft [1]). Abnehmender Luftdruck und sinkende Temperatur bewirken eine Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Luft.

In grösseren Städten wird durch die Athmung, Verbrennung und den Industriebetrieb [2]) der Luft eine ausserordentlich grosse Menge Kohlensäure zugeführt, aber die bei der Erzeugung entwickelte Wärme verursacht einen aufsteigenden Luftstrom, wodurch im Verein mit den herrschenden Luftströmungen die Kohlensäure von ihrer Ursprungsstätte rasch entfernt wird. Indessen kann der Kohlensäuregehalt bei stagnirender Luft, welche meist das neblige Wetter begleitet, sehr erheblich zunehmen. So erreichte im De-

---

[1]) Letzteres liegt jedenfalls daran, dass bei Windstillen auch die aus dem Boden stammende Kohlensänre stagnirt, dagegen wird diese durch den Wind fortgeführt.

[2]) Man veranschlagt die Kohlensäuremenge, welche in Manchester täglich der Luft zugeführt wird, auf nicht weniger als 8 000 000 cbm.

cember 1872 in London bei anhaltendem Nebel die Luft den hohen Procentgehalt an Kohlensäure von 0,14 oder 1,4 l in 1 cbm. Während ein Kohlensäuregehalt in der freien Atmosphäre bis zu 0,4 ‰ dem menschlichen Organismus nicht schädlich ist, dürfte ein solcher, welcher über 0,5 ‰ hinausgeht, nicht ohne Schädigung längere Zeit eingeathmet werden können.

Die an allen Orten unserer Erde ununterbrochen stattfindende Zersetzung organischer Stoffe erreicht in gewissen Gegenden, namentlich in ausgedehnten Sümpfen und Morästen eine beträchtliche Grösse, so dass hier der Gehalt an Kohlensäure, trotz ihrer raschen Verbreitung, bei ruhiger Luft nicht selten 0,8 ‰ übersteigt.

Die Grundluft ist um so reicher an Kohlensäure — dagegen desto ärmer an Sauerstoff — je mehr verwesende Stoffe sich im Boden befinden. In einer Tiefe von 4 m fand Pettenkofer im Alpenkalkgeröllboden in 1000 Volumtheilen Bodenluft: von Januar bis März 4,8, von April bis Mai 9,2, von Juni bis September 16,5 Volumtheile Kohlensäure. Hiernach ist der Kohlensäuregehalt der Bodenluft im Sommer erheblich grösser als im Winter. Fleck fand in 2 m Tiefe 2,91, in 4 m 5,56, in 6 m 7,96 ‰ Kohlensäure. Der Vermehrung der Kohlensäure mit zunehmender Tiefe entspricht eine Verminderung des Sauerstoffes mit wachsender Tiefe. So fand Fleck in einer Tiefe von 2 m 19,39, in 4 m 16,79, in 6 m 14,85 Volumprocente Sauerstoff. In Bergwerken steigt nicht selten der Kohlensäuregehalt bis zu einem Grade, dass der Aufenthalt von Menschen in ihnen sofort tödtlich wirkt. — Diese kohlensäurereiche Grundluft steht in beständigem Austausch sowohl mit der Luft der freien Atmosphäre, als auch mit derjenigen in unseren Wohnungen, so dass also hierdurch eine ergiebige Quelle der Verunreinigung der Luft gegeben ist. Dieser Austausch wird bewerkstelligt durch die ungleichen Temperaturen der Grundluft und der der Erdoberfläche aufliegenden Luftschichten. Ist die Bodenluft an irgend einer Stelle wärmer als die Luft ausserhalb, so entsteht daselbst ein aufsteigender kohlensäurereicher Luftstrom, während an anderen Stellen ein Ausgleich stattfindet. In den Wohnungen ist die Luft meistens wärmer als in der Umgebung, und daher kommt ein Zuströmen der kälteren Bodenluft zum Ersatz der nach allen Seiten hin abfliessenden warmen Zimmerluft. Es ist bemerkenswerth, dass eine Reihe von Infectionskrankheiten, wie beispielsweise Malaria, Gelbfieber, Milzbrand, Typhus eine anscheinend ausgesprochene Beziehung zur Bodenluft

haben (Bodenkrankheiten), wenn auch eine ganz genaue Festlegung des ursächlichen Zusammenhanges noch aussteht.

In geschlossenen Räumen wird die Luft durch Athmung, durch Verbrennungen bei der Beleuchtung, sowie durch die mannigfachen gewerblichen Thätigkeiten in viel grösserem Maasse durch Kohlensäure verunreinigt, als dieses in der freien Atmosphäre der Fall ist. Die Zimmerluft wird um so mehr durch die Athmung verdorben, je mehr Menschen sich in demselben Zimmer aufhalten, je länger sie darin athmen, je weniger Luft das Zimmer fasst, und je unvollkommener die Lufterneuerung ist. Nach Pettenkofer und Voit betrug die Ausscheidung der Kohlensäure bei einem kräftigen Manne (72 kg schwer und 28 Jahre alt) bei Ruhe am Tage 22,6, bei Nacht 16,7, bei Arbeit bei Tag 36,3, bei Nacht 15,0, bei einem schwächlichen Schneider bei Ruhe bei Tag 16,3, bei Nacht 12,7 l pro Stunde. Je nach Alter und Geschlecht ergaben sich nach Scharling folgende Zahlen für die stündliche Kohlensäureabgabe [1]):

	Alter		Körpergewicht		Stündliche Kohlensäureabgabe	
Knabe	$9^3/_4$	19,2	22,0 kg	50,7	10,3 l	14,5
Mädchen	10		23,0		9,7	
Jüngling	16		55,75		17,4	
Jungfrau	17		55,75		12,9	
Mann	28		82,00		18,6	
Frau	35		65.50		17,9	

Hiernach wächst die Kohlensäureausscheidung (wenigstens bis zu den mittleren Jahren) mit zunehmendem Alter. Beim männlichen Geschlechte scheint sie im allgemeinen grösser zu sein, als unter denselben Umständen beim weiblichen.

In niedrigen, schlecht ventilirten Räumen, in welchen sich viele Menschen längere Zeit aufhalten, kann der Kohlensäuregehalt der Athemluft bis zur Unerträglichkeit gesteigert werden, wobei allerdings die beigemischten Gase die Wirkung der Kohlensäure noch sehr erheblich verstärken. Schon ein Gehalt von 1 ‰ Kohlensäure verursacht bei manchen Menschen Kopfschmerz, Schwindel und Uebelkeit. Bei andauernder Einathmung einer solchen Luft sind ernstliche Störungen, wie Erscheinungen der Blutarmuth oder Neigung zu Lungenerkrankungen nicht gerade

---

[1]) Vergl. König, Nahrungsmittel II, 1228 ff. Nach Flügge („Grundriss der Hygiene" S. 137) liefert ein Mensch stündlich durchschnittlich 22 l Kohlensäure. — Die ausgeathmete Luft enthält durchschnittlich Volumprocente: 16,03 Sauerstoff, 79,56 Stickstoff, 4,38 Kohlensäure.

selten. Eine Luft von 5 bis 10‰ Kohlensäuregehalt kann ohne merklichen Nachtheil nur vorübergehend ertragen werden, bei 30% Kohlensäuregehalt erfolgt sofortige Bewusstlosigkeit und bald darauf Tod (Rubner).

Eine andere, nicht minder ergiebige Quelle der Verunreinigung unserer Wohnräume durch Kohlensäure sind die künstliche Beleuchtung und die Heizung, wobei neben der Kohlensäure auch noch andere schädliche Gase, wie Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd, sowie die Beimischung von sonstigen giftigen oder übelriechenden Gasen, welche mit der Zunahme der Kohlensäure parallel geht, in Betracht zu ziehen sind. Die nachfolgende, von Fischer aufgestellte und von M. Rubner ergänzte Tabelle veranschaulicht die von den verschiedenen Beleuchtungsmaterialien entwickelte Lichtmenge, die sich dabei ergebende Kohlensäure-, Wärme- und Wassermenge, sowie die Kosten [1]) (die Menge bezieht sich auf die stündliche Erzeugung von 100 Kerzen-Lichtstärke; 1 Kerze entspricht einer Lichtmenge von einer Paraffinkerze mit einem Durchmesser von 20 mm, einer Flammenhöhe von 50 mm und mit einem stündlichen Verbrauche von 7,7 g Paraffin).

Für die Erzeugung von 100 Kerzen sind erforderlich			Dabei werden entwickelt		
Beleuchtungsart	Menge	Preis Pfg.	Wasser kg	Kohlensäure cbm bei 0°	Wärme W. E.
Elektrisches Bogenlicht	0,09—0,25 Pfkr.	5—6	0	Spur	57
„ Glühlicht	0,46—0,85 „	15	0	0	200
Leuchtgas, Siemens' Reg.-Br.	0,35—0,65 cbm	6,3	0,30	0,39	1843
„ Argand-Br.	0,8 —2,0 „	14,4	0,69	0,88	4213
„ Zweiloch-Br.	2,0 —8,0 „	36,0	2,14	2,28	12150
„ Glühlicht	—	11,2	0,64	0,70	3700
Erdöl, grösster Randbrenner	0,20 kg	4	0,25	0,62	2408
„ Flachbrenner	0,60 „	12,0	0,76	1,88	6220
Rüböl, Studirlampe	0,70 „	67,2	0,85	2,00	6800
Paraffin	0,77 „	139	0,91	2,23	7615
Wallrath	0,77 „	270	0,89	1,17	7960
Wachs	0,77 „	308	0,88	2,36	7960
Stearin	0,92 „	166	0,94	2,44	7881
Talg	1,00 „	160	0,94	2,68	8111

Hiernach erweist sich das Erdöl als der billigste Beleuchtungsstoff bei Anwendung eines grösseren, zweckmässig construirten Brenners; dasselbe entwickelt auch, wenn wir hier die elektrische Beleuchtung nicht in Betracht ziehen, die geringste Kohlensäuremenge; die zuletzt genannten Leuchtstoffe sind sowohl theuerer, als auch ausgiebiger an Kohlensäure.

[1]) Vergl. König, Nahrungsmittel, 3. Aufl., 1225, und Rubner, Hygiene S. 249.

Die Verunreinigungen der Luft durch Oefen und Heizanlagen können hauptsächlich dadurch gefährlich werden, dass die Abführung der Verbrennungsprodukte eine ungenügende ist.

Sehr häufig leiden die Arbeitsräume der Fabriken wegen ihrer Kleinheit und schlechten Ventilation an verdorbener Luft. So fand Schuler (Fabrikhygiene und Fabrikgesetzgebung) den Kohlensäuregehalt in:

Schlichtereien	0,47—0,6—0,3	durchschnittlich	0,55 ‰
Baumwolldruckereien .	0,40—1,26	„	0,80 „
Baumwollspinnereien . .	0,54—1,48	„	0,90 „
Baumwollkardereien . .	—	„	0,95 „
Baumwollwebereien . .	0,74—1,76	„	1,50 „
Bauwollspulereien . . .	1,26—2,20	„	1,70 „
Stickereien	0,80—1,84	„	1,75 „
Tricoterien	—	„	1,76 „
Cigarrenfabriken . . .	3,00—4,40	„	3,90 „

Da viele Ursachen zusammenkommen, welche geeignet sind, die Luft unserer Wohnungen zu verunreinigen und sie so für die Athmung zu verschlechtern, so erscheint es als ein Hauptbedürfniss, die verunreinigte Luft wegzuschaffen und durch neue zu ersetzen. In grösserem oder geringerem Maasse geschieht dieses durch die natürliche Ventilation, indessen kann diese Ventilation auf mancherlei Weise unterstützt und gefördert werden. In der kälteren Jahreszeit ist die Luft in den Wohnungsräumen wärmer als die Aussenluft; sie steigt in die Höhe, hier überall einen Ausweg nach Aussen suchend, während die Aussenluft unten durch Thüren, Fenster und Wände zum Ersatze hereindringt. In der wärmeren Jahreszeit sind die Temperaturunterschiede der Innen- und Aussenluft gering, und um den Austausch der Luft zu bewerkstelligen, öffnet man die Fenster, wobei Wind und Zugluft eine wirksame Lüftung hervorbringen. Hieraus folgt von selbst, dass die vielfach verbreitete Ansicht, dass es gesund wäre, im Winter im ungeheizten Zimmer zu schlafen, falsch ist, eben weil dann der Luftwechsel gehemmt wird. Im übrigen ist das Schlafen bei offenen Fenstern durchaus zu empfehlen, und es dürfte für jeden normalen Menschen leicht sein, sich hieran zu gewöhnen. Dabei können wir aber nicht die raschere Lüftung durch die sogenannte „Zugluft“, wenn man sich derselben aussetzen muss, empfehlen, indem hierdurch eine plötzlich gesteigerte einseitige Verdunstung von der Haut und dadurch eine erhöhte einseitige Wärmeabgabe vom Körper hervorgerufen wird, welche unter Umständen von schädlichen Folgen begleitet ist.

Wie wir bereits oben zu erwähnen Gelegenheit hatten, sind die schädlichen Wirkungen der verdorbenen Luft nicht allein abhängig von dem Kohlensäuregehalte der Luft, sondern auch, und zwar in hohem Grade, von der Beimengung anderer giftiger oder übelriechender Gase, von welchen wir unten noch weiter zu sprechen haben, und deren Bestimmung nicht möglich oder doch ausserordentlich schwierig ist. Bemerkenswerth ist nun, dass diese schädlichen Einflüsse mit dem Kohlensäuregehalte der Luft proportional wachsen, und auf diese Weise erhalten wir an dem Kohlensäuregehalt der Luft einen brauchbaren Gradmesser für die in der Luft enthaltenen giftigen und riechenden Gase, wenn auch hierbei auf die Natur der Quellen, aus denen die Kohlensäure hervorgeht, Rücksicht genommen werden muss. Nach den bisherigen Erfahrungen darf man wohl behaupten, dass im allgemeinen der Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre 0,35 ‰ und in den Wohnungen 1,0 ‰ nicht überschreiten sollte, wenn der längere Aufenthalt in derselben nicht der Gesundheit nachtheilig sein soll.

Nach König soll in chirurgischen Krankensälen der Luftwechsel 100 cbm und mehr, in Gefängnissen 50, in Kasernen 30 bis 40, in Schulen 15 bis 20 cbm pro Kopf und Stunde betragen, während für Privatwohnungen 50 bis 60 cbm ausreichen. Ist die natürliche Ventilation nicht genügend, so lässt sich auf die eine oder andere Weise eine künstliche Ventilation anbringen [1]).

Aus den vorhergehenden Darlegungen geht hervor, dass hauptsächlich durch die Athmung der Menschen und Thiere, durch die Verbrennung und durch die Verwesung die Luft für den Lebensprocess verschlechtert wird, indem einerseits der Sauerstoff der Luft in erheblicher Menge entzogen und andererseits derselben Kohlensäure (neben anderen schädlichen Gasen) zugeführt wird. Daher liegt die Frage nahe, ob nicht im Laufe absehbarer Zeit die Zusammensetzung der Atmosphäre sich nicht verändern und ihre Beschaffenheit einen für die Bevölkerung der Erde gefahrdrohenden Charakter annehmen kann.

Eine zwar nicht ganz genaue, aber doch befriedigende Antwort auf diese Frage giebt folgende Ueberlegung.

Nehmen wir wieder als Gewichtseinheit das Gewicht eines Bleiwürfels von 1 km Seite an, welcher 11 350 000 Mill. kg wiegt,

---

[1]) Ausführliches hierüber findet sich in Wolffhügel: „Zur Lehre vom Luftwechsel“, München 1893; vergl. auch Pettenkofer, Ueber den Luftwechsel in Wohnungen, München 1858.

so erhalten wir angenähert als Gewicht unserer ganzen Atmosphäre 450 000 solcher Bleiwürfel, und zwar 346 500 Würfel Stickstoff, 103 500 Würfel Sauerstoff und etwa 6000 Würfel Kohlensäure. Setzen wir nun die Bevölkerung unserer Erde auf rund 1500 Mill. Menschen und nehmen wir an, dass jeder Mensch täglich 9000 l, also 9 cbm Luft einathme, wovon etwa 600 l Sauerstoff verbraucht werden, so ergiebt sich als jährlicher Sauerstoffverbrauch für den Kopf nahezu 230 000 l oder 300 kg. Hiernach beträgt der jährliche Sauerstoffgebrauch 450 000 Mill. kg für die Bevölkerung der ganzen Erde, oder etwas mehr als $^1/_{25}$ eines solchen Bleiwürfels, wovon 103 500 vorhanden sind. Nehmen wir nun ferner an, dass durch die Athmung der Thiere, durch die Verbrennung und Verwesung viermal soviel Sauerstoff verbraucht werde, so erhalten wir ausserdem noch einen Sauerstoffverbrauch von 1 800 000 Mill. kg ($^4/_{25}$ Bleiwürfel), so dass also der Gesammtverbrauch 2 250 000 Mill. kg oder das Gewicht von $^1/_5$ Bleiwürfel beträgt. Nach 1000 Jahren würden also von den 103 500 Bleiwürfeln nahezu 200 (ca. 0,2 %) verschwunden sein, wenn keinerlei Ersatz erfolgte, über 250 000 Jahre wären erforderlich, um den Sauerstoffvorrath der Luft auf die Hälfte herabzumindern, und über 500 000 Jahre, um den ganzen Sauerstoffgehalt zu erschöpfen, vorausgesetzt, dass die Sauerstoffabnahme stetig in demselben Maasse erfolgte.

Diese Zahlen, welche noch dazu auf übertriebenen Annahmen beruhen, bezeugen zur Genüge, dass jede Besorgniss einer gefahrdrohenden Abnahme des Sauerstoffgehaltes unserer Atmosphäre selbst innerhalb vieler Jahrtausende keinerlei Grundlage hat, auch dann nicht, wenn für den verbrauchten Sauerstoff kein Ersatz vorhanden ist. Diese Verminderung würde noch für sehr lange Zeit auf den menschlichen Organismus keinen merkbaren Einfluss ausüben, nur die Grenze der Bewohnbarkeit hochgelegener Gegenden würde langsam nach unten hin herabrücken.

Andererseits wird der durch Athmung, Verbrennung und Verwesung hervorgerufene Sauerstoffverlust hauptsächlich durch den Lebensprocess der Pflanzen in ergiebiger Weise ausgeglichen. Denn die grünen Pflanzentheile besitzen eine unzählige Menge Spaltöffnungen, welche die Kohlensäure der Luft begierig aufnehmen und dafür reichlichen Sauerstoff abgeben. Nur in der Nacht scheiden die Pflanzen wie die Thiere Kohlensäure aus und nehmen Sauerstoff auf, aber die Menge dieser ein- und ausgeschiedenen Gase ist viel geringer als am Tage, wobei insbesondere in Betracht kommt, dass

die Hauptthätigkeit der Pflanzen zur Zeit der langen Sommertage ihre höchste Wirksamkeit erreicht, wogegen die Lebensthätigkeit im Winter verschwindend klein ist.

Die Lebensthätigkeit der Pflanzen stellt nicht allein das gestörte Gleichgewicht im Sauerstoffgehalt der Luft wieder her, sondern schafft auch, wenigstens theilweise, die der Luft beigemengte Kohlensäure fort, womit die Atmosphäre durch Athmung, Verbrennung und Verwesung verunreinigt war, so dass also durch diesen Process dazu beigetragen wird, die Luft in ihrer Reinheit zu erhalten. Beiläufig bemerken wir, dass die Pflanzen bei der eigentlichen Athmung ebenso wie die Thiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden, aber bei dem Ernährungsvorgange nehmen sie in den grünen Pflanzentheilen und unter der Einwirkung des Sonnenlichtes Kohlensäure auf und scheiden den überflüssigen Sauerstoff aus.

Angenähert kann man annehmen, dass der Mensch durchschnittlich 14,5 l oder 28,8 g Kohlensäure stündlich ausathme; dieses giebt pro Tag 348 l oder 691 g [1]) und pro Jahr 127 cbm oder 253 kg. Bei einer Gesammtbevölkerung der Erde von 1500 Mill. Menschen werden der Luft durch die Athmung jährlich rund 11907000 cbm oder 380000 Mill. kg Kohlensäure zugeführt. Die durch die Athmung der Thiere, durch die Beleuchtung und die Verbrennung, durch die Verwesung u. s. w. erzeugten Mengen an Kohlensäure entziehen sich jeder Schätzung. Nehmen wir aber hier an, dass diese Kohlensäureerzeugung etwa achtmal so gross ist, als die durch die Athmung bewirkte, so erhalten wir als Gesammtmenge der der Luft jährlich zugeführten Kohlensäure rund 3 Bill. kg.

Die Kohlensäure wird aus der Luft weggeschafft hauptsächlich durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen und die Niederschläge. Nach Liebig bringt ein Hektar (10000 qm) Land, Wiese oder Acker im Jahre organische Stoffe mit 2000 kg Kohlenstoff hervor. Wäre nur der hundertste Theil unserer Erde mit einem Pflanzenwuchse gleich dem in Deutschland bedeckt, und würde aller Kohlenstoff der darauf jährlich producirten Vegetation aus der Atmosphäre stammen, so ergäbe sich bei einer Oberfläche der ganzen Erde zu 510 Mill. qkm eine Wegschaffung von 1900 cbm Kohlensäure jährlich, so dass der Kohlensäuregehalt unserer Atmosphäre für diesen Verbrauch noch etwa 800 Jahre ausreichen würde, voraus-

---

[1]) Flügge giebt 928, Rubner 1000 g pro Tag für den Erwachsenen an. Vergl. die Tabelle S. 34.

gesetzt, dass nicht andere Ursachen eine Vermehrung oder Verminderung des Kohlensäuregehaltes herbeiführten.

Eine sehr ergiebige Abfuhr erfährt die Kohlensäure der Luft durch die Niederschläge. Diese enthalten nämlich stets Kohlensäure beigemischt, welche sie in der Luft aufgenommen haben, und zwar in sehr wechselnder Menge. Man wird nicht weit fehl gehen, wenn man auf jedes Liter Niederschlagswasser 1,5 cbcm Kohlensäure rechnet. Nimmt man nun als durchschnittliche jährliche Regenmenge für Deutschland 70 cm oder 700 l auf das Quadratmeter an, so erhalten wir bei einer Oberfläche von 539740 qkm 37782 cbm Wasser und 566730000 cbm oder 1120400000 kg Kohlensäure, welche über Deutschland in gleichmässiger Schichte ausgebreitet, eine Dicke von etwa 1,2 mm einnehmen würde. Diese Zahlen geben wenigstens einige rohe Anhaltspunkte dafür, welche Kohlensäuremenge durch die Niederschläge aus der ganzen Atmosphäre entfernt werden.

Wenn wir auch über die Menge der der Luft stetig zugeführten Kohlensäure und ihren Verbleib keine ganz genaue Rechenschaft geben können, so dürfen wir uns doch jedenfalls wohl der Ansicht zuneigen, dass für die Fortschaffung der Kohlensäure aus der Luft hinreichend gesorgt ist, und dass eine merkliche Aenderung im Kohlensäuregehalte der Luft in den nächsten Jahrtausenden wohl nicht hervortreten wird, ebensowenig wie wir eine Aenderung im Sauerstoffgehalt der Luft in absehbarer Zeit erwarten können.

Welche Rolle das Meer für den Kohlensäuregehalt der Luft spielt, wie viel Kohlensäure es der Luft zuführt oder derselben entzieht, oder mit anderen Worten, inwiefern es den Kohlensäuregehalt der Luft regulirt, entzieht sich so gut wie vollständig unserer Beurtheilung. Auch kann der Antheil, welcher dem Boden in der Regulirung der Kohlensäure der Luft zukommt, nicht angenähert festgestellt werden.

In der Wanderung des Sauerstoffs und der Kohlensäure erblicken wir also einen Kreislauf, welcher alle organischen Wesen mit einem innigen Bande zu einer grossen Gemeinschaft umschlingt. Durch die Nahrung gelangt der Kohlenstoff in den thierischen Organismus, durch diesen als Kohlensäure in die Luft, sei es durch Athmung oder Zersetzung, dann wieder zurück in den Pflanzenleib, während der Sauerstoff eine ähnliche Wanderung durchmacht, so dass also das Thier durch die Pflanze und die Pflanze durch das Thier in diesem Kreislaufe ernährt und unterhalten wird.

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure.

Geringer als der Gehalt der Luft an Kohlensäure ist derjenige an Ammoniak, welches in der Luft in sehr wechselnder Menge als Nitrat, Nitrit, insbesondere aber als Carbonat vorgefunden wird. Das Ammoniak ist ein farbloses, stark riechendes Gas, welches bei einem Drucke von 5 Atmosphären in eine farblose Flüssigkeit übergeht. Es ist 0,6 mal so schwer als die atmosphärische Luft. 1 Raumtheil Wasser nimmt bei einer Temperatur von 0^{0} 1050 Raumtheile und bei 15^{0} 727 Raumtheile Ammoniak auf (Salmiakgeist, Salmiakspiritus), wobei das Ammoniak sich mit dem Wasser zu Ammoniumoxyd (Ammon) verbindet. Dieses Ammoniumoxyd bildet mit Säuren Salze, die Ammoniak- oder Ammonsalze — namentlich erwähnen wir hier schwefelsaures, salpetersaures, kohlensaures Ammon, phosphorsaures Natronammon, Schwefelammonium, Chlorammonium. — Bestimmt wird das Ammoniak in der Luft, indem man diese durch Wasser leitet, welches mit Salzsäure versetzt ist, und dann mit Platinchlorid fällt. Da es sich hier nur um sehr geringe Mengen handelt, so ist eine sorgfältige Prüfung aller angewendeten Flüssigkeiten erforderlich. Das Ammoniak entsteht hauptsächlich bei der Verwesung stickstoffhaltiger organischer Substanzen, namentlich an Orten, an welchen menschliche und thierische Excremente und Abfallstoffe angesammelt werden; es entweicht als Gas in die Luft und geht hier die verschiedenartigsten Verbindungen ein.

Das Vorkommen des Ammoniaks in der atmosphärischen Luft veranschaulicht nachstehende Tabelle (Milligramm in 1 cbm):

Gräger zu Mühlhausen fand an 4 Regentagen, Mai	0,425 mg
Kemp in 90 m Seehöhe an der irischen Küste, bei heiterem Wetter, Juni, Juli	4,64 „
Fresenius zu Wiesbaden, Aug., Sept., 40 Tage hindurch, tags	0,126 „
nachts	0,218 „
Horsford zu Boston, Juli	62,3 „ (?)
December	1,55 „
Pierre zu Caën, 3 m über Bodenniveau, Mai 1852 bis Apr. 1853	4,515 „
8 „ „ „	0,645 „
Bineau zu Lyon, $7^{1}/_{2}$ m über Bodenniveau	0.425 „
23 „ „ „ Observat.	0,27 „
zu Caluire bei Lyon, Sommer	0,132 „
Winter	0,0516 „
Ville zu Paris 1849/50, 16 Bestimmungen	0,0322 „
Brown zu Burton upon Trent (Grfschft. Stafford)	4,19 „
in der Umgebung der Stadt	2,78 „
Truchot zu Clermont-Ferrand	0,93—2,79 mg
auf dem Puy de Dome (1446 m)	1,12—3,18 „
auf dem Pic de Sancy (1884 m)	5,27—5,55 „

Fodor zu Budapest, 1878/79,	Winter	0,0251	mg
	Frühjahr	0,0303	„
	Sommer	0,0488	„
	Herbst	0,0451	„
Levy zu Montsouris, 9 Jahre,	Winter	0,019	„
	Frühjahr	0,022	„
	Sommer	0,021	„
	Herbst	0,020	„

Diese Zahlen zeigen so bedeutende Unterschiede, dass schon eine oberflächliche Durchsicht derselben Zweifel an der Zuverlässigkeit der angewandten Methoden nahe legt. Zum Theil mag auch der Grund für diesen Mangel an Uebereinstimmung darin liegen, dass das Ammoniak schon sofort bei seiner Entstehung Verbindungen mit Säuren, namentlich mit Salpeter- und salpetriger Säure eingeht, so dass es nunmehr sich nicht mehr als Gas, sondern als krystallisirter Staub in der Luft vorfindet, der dann nach und nach zu Boden sinkt; daher jedenfalls die Abnahme des Ammoniakgehaltes mit zunehmender Höhe.

Im allgemeinen ergiebt sich, dass der Ammoniakgehalt der Luft in der wärmeren Jahreszeit grösser ist als in der kälteren, grösser in der Nacht als am Tage, indessen erscheint es als zweifellos, dass derselbe hauptsächlich von äusseren Umständen abhängig ist.

Die Reinigung der Luft von Ammoniak wird in ausgiebigster Weise von den Niederschlägen bewerkstelligt. Die folgende Tabelle giebt den durchschnittlichen Ammoniakgehalt in Milligramm pro Liter Niederschlag nach verschiedenen Bestimmungen:

Dahme (Deutschland) 1885	1,4	mg		
Regenwalde (Deutschland) 1864/65	2,5	„		Mittel 2,6
1865/66	2,4	„		
1866/67	2,8	„		
Florenz 1870	1,4	„		
Rothamsted (England)	1,4	„	(Lawes u. Gilbert)	
Observatorium Paris	3,4	„	(Barrel)	Mittel 3,5
„ „ 1852	3,6	„	„	
„ Marseille 1853	3,2	„	(Martin)	
„ Lyon 1852	4,4	„	(Bineau)	
Toulouse (Stadt) 1855	4,6	„	(Filhol)	
Observatorium Nantes 1863	1,9	„	(Bobierre)	
Ecole de Grand-Juan 1863	2,1	„	„	
Caracas (Venezuela)	1,55	„	(Münz u. Marcano),	Min. 0,37 Max. 4,01
England, Land	0,97	„		
Stadt	5,14	„		
Schottland, Land	0,53	„		
Stadt	3,81	„		
Glasgow	9,06	„		
Montsouris 1877/90, Winter	2,2	„		
Frühjahr	1,9	„		
Sommer	1,8	„		
Herbst	1,8	„		
Jahr	2,0	„		

Wir haben auch beim Ammoniak einen Kreislauf, insofern es sich an den verschiedenen Fäulnissherden entwickelt, in die Atmosphäre sich verbreitet und in den Niederschlägen dem Boden wieder zurückgegeben wird. In den Städten ist der Ammoniakgehalt am grössten, mit der Entfernung von denselben nimmt er rasch ab.

Die der Atmosphäre beigemischten Mengen Ammoniak sind viel zu geringfügig, dass sie auf das menschliche Wohlbefinden irgend einen merklichen Einfluss ausüben können. Die wenigen Milligramme Ammoniak, welche täglich den Lungen durch die Athmung zugeführt werden, werden wahrscheinlich zum grössten Theil als unverbraucht wieder ausgeathmet, abgesehen davon, dass in den Athmungswegen der Zutritt zu den Lungen abgehalten wird. Indessen ist die Kenntniss des Ammoniakgehaltes der Luft insofern nicht ohne Bedeutung, als wir hierdurch in Stand gesetzt werden, einen Schluss auf den Grad des Fäulnissprocesses zu machen, welcher in der Natur auftritt. Vielleicht liesse sich feststellen, ob nicht gewisse Krankheiten mit der Zu- und Abnahme der Fäulniss (bezw. des Ammoniakgehaltes) parallel gehen. Auch dürfte der Ammoniakgehalt mit den Reinlichkeitsverhältnissen der verschiedenen Städte in Zusammenhang stehen.

In gewissen Fabriken und in geschlossenen Räumen, in welchen eine starke Verwesung organischer Stoffe vor sich geht, kann eine Ansammlung dieses Gases stattfinden, welche für die Gesundheit schädlich, ja sogar todbringend sein kann, wobei indessen fast immer die Anwesenheit anderer Gase mitwirkt. Die Wirkung dieses Gases auf die Athmungsorgane tritt zumeist als Katarrh in die Erscheinung, welcher leicht chronisch werden und zu asthmatischen Beschwerden führen kann; dann wird auch die Schleimhaut der Nase und der Ohren angegriffen, daher Thränenfluss, schleimige Ausscheidung aus der Nase; nicht selten kommen Blutungen aus Nase, Mund und Ohr vor.

Salpeter- und salpetrige Säure sind (gebunden an Ammoniak) stets der atmosphärischen Luft beigemengt, wenn auch in äusserst geringer Menge, wenigstens lassen sie sich als Bestandtheile der Niederschläge fast stets nachweisen. Die Oxydationsstufen des Stickstoffes entstehen in der freien Atmosphäre hauptsächlich durch die elektrischen Entladungen, wobei sich Sauerstoff und Stickstoff verbinden (vgl. indessen S. 45), oder durch die Einwirkung des Ozons bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe auf das dabei gebildete Ammoniak. Fortgeschafft werden die Säuren durch die atmosphärischen Niederschläge.

Die nachstehende Tabelle giebt nach Renk die in verschiedenen Gegenden in einem Liter Regenwasser gefundene Menge Salpetersäure in Milligrammen an:

Barral in Paris	1,84—36,33
Boussingault in den Vogesen	6,2
„ einem Gewitterregen	0,28
„ Paris	0,4—2,1
„ „ im Wasser aus Nebel condensirt	10,1
„ den Vogesen desgl.	0,4—1.8
„ Paris im Schneewasser	0,3—4,0
Knob und Schreber	0,57—9,8
Way im Regenwasser	0,2—1,1
Bobierre in Nantes	1,8—16.0
Eichhorn in Kutschen im Mittel	0,72
„ Insterburg	1,72
„ Regenwalde	2,87
„ Proskau	6,18
„ Marienhütte	0,85
„ Lauersfort	1,01
„ Eldena	2,99
„ Dahme	1,33

Ausserdem ergaben die 23jährigen Beobachtungen zu Montsouris für den jährlichen Gang folgende Werthe:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
0,72	0,63	0,60	0,78	0,71	0,65	0,67	0,69	0,83	0,78	0,63	0.81	0,71

In den einzelnen Jahren wurden folgende Werthe erhalten:

1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
0,63	0,82	0,67	0.65	0,62	0,58	0,78	0,91	0,76	0,68

Die grossen Unterschiede in den Zahlen der obigen Tabelle haben jedenfalls ihren Grund in der grossen Schwierigkeit, die Menge der Salpetersäure auch nur angenähert genau zu bestimmen. Eine jährliche Periode lässt sich aus den zu Montsouris erhaltenen Zahlenwerthen mit Sicherheit nicht feststellen.

Die Untersuchungen von Petermann und Graftian über den Gehalt der Niederschläge an Stickstoffverbindungen (vgl. Mém. de l'Acad. des Sciences de Belgique, t. XLIX) ergaben in dem 3jährigen Zeitraum 1889—91 1,49 g Stickstoff zu Gembloux in einem Liter Niederschlagswasser oder 10,31 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (Rothamsted in England 7,36, Montsouris 14,28, deutsche und italienische landwirthschaftliche Anstalten 11,30 kg). Von 100 Theilen Stickstoff entfielen auf:

	in Gembloux	Rothamsted	Montsouris	Deutsche u. ital. Stat.
Ammoniak	76	75	73	73
Salpetersäure und salpetr. Säure	24	25	27	27

Der Gehalt an Stickstoffverbindungen erreicht ein Maximum im Februar, nimmt vom April zum Minimum im Juni oder Juli ab und steigt dann wieder regelmässig bis zum Februarmaximum. Der Nebel und der feste Niederschlag sind reicher an Stickstoff, als die gewöhnlichen Regenfälle. Während das allgemeine Mittel 1,49 mg pro Liter enthält, ergab sich bei Nebel 4,41, bei Rauhreif 7,52 und bei Schnee 7,40 mg. Der Rauhreif, welcher der Luft eine grosse Absorptionsfläche darbietet, erscheint somit als ein grosses Luftreinigungsfilter und speichert so namentlich in den Waldungen eine grosse Menge Stickstoff auf. Ein Zusammenhang des Stickstoffgehaltes mit der Häufigkeit der Gewitter konnte nicht festgestellt werden.

In der freien Atmosphäre häufen sich diese Substanzen niemals in der Weise an, dass sie für den menschlichen Organismus gefährlich werden können, um so weniger, als angenommen werden kann, dass nur ein Bruchtheil der eingeathmeten Stoffe wirklich in das Blut übergeht. Wohl aber kann in Fabriken, insbesondere in solchen, welche der Darstellung der Salpetersäure dienen, die Menge dieser Säuren in der Luft derartig gesteigert werden, dass sie zu ernstlichen Störungen führt. Die Dämpfe der Salpetersäure erzeugen Reizzustände der Athmungsorgane und hartnäckige Katarrhe, in grösseren Mengen eingeathmet Erstickungsanfälle. Indessen wird durch Gewöhnung der Einfluss dieser Dämpfe mehr oder weniger abgeschwächt.

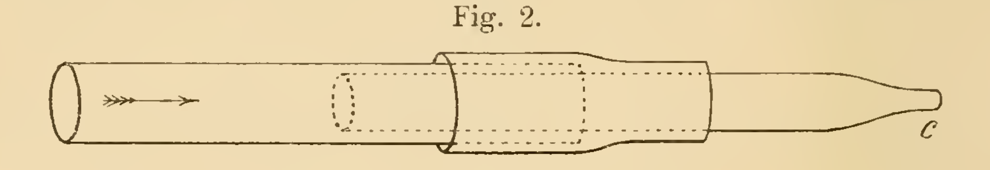
Ozon.

Der Sauerstoff kommt in der Atmosphäre in einer Modifikation vor, welche unter dem Namen „Ozon“ bekannt ist. Das Ozon ist mithin kein besonderer Grundstoff oder irgend welche Verbindung, sondern Sauerstoff mit anderen Eigenschaften (allotroper Sauerstoff. Ozon wird bezeichnet als ein Sauerstoffmolekul, dem noch ein drittes Sauerstoffatom anhaftet — O_3). Seine hervorragende Eigenschaft ist sein starkes Oxydationsvermögen, indem es fast alle Metalle bei der Berührung sofort oxydirt, organische Stoffe zerstört, die Pflanzenfarben bleicht, wie das Chlor. Wegen seiner energischen Oxydationswirkungen hat man das Ozon auch wohl aktiven Sauerstoff genannt. Obwohl das Ozon bis jetzt noch nicht rein dargestellt ist, so kennen wir doch verschiedene Methoden, den Sauerstoff der Luft ozonhaltig zu machen oder zu ozonisiren. Man lässt zahlreiche elektrische Funken durch die Luft schlagen, oder man zersetzt verdünnte Säuren

durch einen kräftigen Strom, wobei die Elektroden aus Platin bestehen, oder man leitet über halb in Wasser eingetauchten gelben Phosphor langsam einen Strom Sauerstoff oder Luft bei einer Temperatur von 20—30°. Auch durch Berührung mit fein vertheiltem Platin wird die Luft ozonisirt. Das Ozon der freien Atmosphäre entsteht durch elektrische Entladungen (Gewitter), durch umfangreiche Oxydationsprocesse und durch Wasserverdunstung. Die letztere Entstehungsweise ist indessen in neuester Zeit in Frage gestellt worden.

Gewöhnlich benutzt man zum Nachweise des Ozons in der Luft das Jodkaliumkleister. Dabei wird das Kalium oxydirt, das Ozon zum gewöhnlichen Sauerstoff und das Jod frei, wobei blaue Jodstärke gebildet wird, welche schon in minimalen Theilen bemerkbar wird. In Jodkaliumstärkelösung getauchte Streifen Filtrirpapier werden getrocknet und dann der Luft ausgesetzt. Nachher werden diese Streifen mit Wasser befeuchtet, worauf in der Regel eine blau-

Fig. 2.



violette Färbung erfolgt, wenn die Luft ozonhaltig war, und zwar im allgemeinen um so intensiver, je grösser der Ozongehalt der Luft war. Indessen muss diese Messungsmethode als durchaus unzuverlässlich angesehen werden; denn das frei gemachte Jod verflüchtigt sich zum Theile wieder; dann ist die Reaction von der Luftfeuchtigkeit abhängig, so dass bei trockener Luft die Reaction unterbleibt, während sie bei gesättigter Luft am kräftigsten erfolgt[1]; endlich hat die Stärke der Luftbewegung einen bedeutenden Einfluss auf die Stärke der Reaction, so dass also hierdurch der wirkliche Ozongehalt in einem bestimmten Raumtheil Luft nicht zum Ausdruck kommen kann. Die letztere Fehlerquelle wird durch die Anwendung der von Wolffhügel angegebenen Ozonbüchse vermieden (Fig. 2). Diese besteht aus zwei verschieden weiten Glasröhren, welche zum Theil in einander gesteckt sind. Ein darüber geschobenes Stück Kautschukrohr verbindet beide Röhren luftdicht mit einander. Die weitere Röhre ist geschwärzt, und über der Oeffnung ist ein Streifen ozonempfindliches Papier gebogen. Durch eine bei *c* an-

[1]) Das sogen. Ozonometer wirkt gewissermaassen auch als Hygroskop.

gebrachte Saugvorrichtung lässt man die Luft über das Ozonpapier hinwegstreichen; dieses wird dann nach beendigter Beobachtung befeuchtet und mit der Ozonskala verglichen. Auch diese Methode ist nicht hinreichend genau. Viel empfindlicher als das Jodkaliumstärkekleisterpapier ist das mit Tetramethylparaphenylendiamin getränkte Papier, das sog. Tetrapapier, welches schon durch die geringsten Spuren des Ozons gebläut wird; absolut sicher indessen ist diese Methode auch nicht.

Rationeller erscheint eine andere Methode, welche auch eine quantitative Bestimmung des Ozons zulässt. Man lässt die Luft durch eine Lösung von arsenigsaurem Kali von bestimmter Concentration in sehr langsamem Strome streichen, wobei das frei gewordene Jod einen Theil des arsenigsauren Kali in arsensaures Kali verwandelt. Hierbei sind freilich sehr grosse Luftmengen erforderlich.

Es sei hier bemerkt, dass schon seit vielen Jahren und an vielen Orten Ozonbeobachtungen mittelst ausgehängter ozonempfindlicher Papiere angestellt worden sind; die von diesen Orten veröffentlichten Zahlenwerthe über den Ozongehalt der Luft sind nach obigem mit der grössten Vorsicht zu nehmen. Zuverlässiger dagegen sind die Ergebnisse, welche an dem Observatorium zu Montsouris erhalten wurden. Die folgende Tabelle enthält die Mittelwerthe für die 13jährigen Beobachtungen 1879—91 (Milligramm Ozon pro Kubikmeter Luft).

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
0,012	0,012	0,014	0,015	0,014	0,017	0,018	0,017	0,015	0,014	0,013	0,013	0,015
0,013			0,015			0,017			0,013			

Jahresmittel.

1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891
0.008	0,006	0,010	0,007	0,011	0,017	0,019	0,019	0,020	0,021	0,014	0,015	0,019

Der Ozongehalt der Luft zeigt nach unserer Tabelle eine jährliche Periode mit einem Maximum im Juni und einem Minimum im December bis Januar. Die jährlichen Mittel sind grossen Schwankungen unterworfen; sie nehmen ab von 1879 bis 1880, bleiben stationär von 1881 bis 1883, erheben sich dann stetig von 1884 bis 1888 und erreichen 1889 und 1890 den Mittelwerth, worauf dann wieder ein erhebliches Steigen stattfindet.

Die zahlreichen und eifrigen Bemühungen, den Ozongehalt der Luft zu bestimmen, die vielen Hinweisungen auf die „ozonreiche

Luft" bei den Anpreisungen der Kurorte scheinen auf eine hohe hygienische Bedeutung des Ozons hinzudeuten; indessen kann eine solche Bedeutung bis jetzt noch in keinerlei Weise nachgewiesen werden. Denn abgesehen davon, dass es sich hier nur um ausserordentlich geringe Mengen, ja nur um Spuren handelt, muss angenommen werden, dass jede Einwirkung des Ozons bei der Athmung schon auf dem Wege von der Mundhöhle bis zur Lunge verloren geht, so dass von einer Wirkung auf den menschlichen Organismus nicht die Rede sein kann. Andererseits hat sich die Athmung in künstlich ozonisirter Luft als nicht sehr günstig erwiesen. Unwillkürliche Muskelzuckungen, Neigung zum Schlafen, Reizungen der Schleimhäute der Athmungsorgane u. dergl. waren die Folgeerscheinungen. Auch die luftreinigende Wirkung des Ozons in Bezug auf die Krankheitserreger muss nach den vielen einschlägigen Untersuchungen in Frage gestellt werden; sogar stark ozonisirte Luft erwies sich ganz wirkungslos auf das Leben der kleinsten Lebewesen. Auch zur Zeit herrschender Epidemien hat sich keine Aenderung des Ozongehaltes der Luft herausgestellt. Daher haben die vielfachen oft marktschreierisch klingenden Anpreisungen der „Heilkraft ozonreicher Luft" gewisser Kurorte keinerlei Grundlage. Nur insofern haben diese Angaben doch eine Bedeutung, als ozonreiche Luft im allgemeinen auch frei von Verunreinigungen ist, da schlechte Luft kein Ozon besitzt. Das Ozon der freien Atmosphäre ist also an und für sich weder heilkräftig noch auch der Gesundheit schädlich.

Wasserstoffsuperoxyd.

Im reinen Zustande stellt das Wasserstoffsuperoxyd, welches der freien Atmosphäre fast stets in sehr geringen Mengen beigemengt ist, eine farb- und geruchlose Flüssigkeit dar, 1,4 mal schwerer als die atmosphärische Luft. Es ist in Wasser leicht löslich, ist auch in sehr verdünnter Lösung leicht zersetzbar und hat eine stark oxydirende und bleichende Wirkung. Vom Ozon, welches viele Eigenschaften mit ihm gemeinsam hat, unterscheidet sich das Wasserstoffsuperoxyd nach König durch folgende Reactionen:

Ozon	Wasserstoffsuperoxyd
1. entfärbt Indigo, bläut Guajactinctur sofort;	1. entfärbt Indigo erst nach Zusatz von Eisenvitriol, bläut Guajactinctur erst nach Zusatz von Blut- oder Malzaufguss;

2. bläut Thalliumoxydulpapier;
3. verwandelt Manganoxydulsalze in Mangansuperoxyd, bräunt Mangansulfatpapier;
4. verwandelt gelbes Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) in rothes (Ferridcyankalium).

2. bläut das durch Ozon gebräunte Thalliumoxydulpapier;
3. entfärbt Permanganatlösung, bläut das durch Ozon gebräunte Thallumoxydulpapier;
4. reducirt Ferridcyankalium zu Ferrocyankalium.

Da das Wasserstoffsuperoxyd in Wasser leicht löslich ist, so wird es durch die Niederschläge aus der Atmosphäre angesammelt und kann so leicht untersucht werden. Ausserdem kann aus künstlichen Niederschlägen (Thaubildung) der Gehalt der Luft an Wasserstoffsuperoxyd bestimmt werden.

In 1 l Niederschlag findet man nach Flügge im Mittel 0,2 mg Wasserstoffsuperoxyd, am meisten bei südlichen bis westlichen Winden, sowie in den Sommermonaten. Schöne konnte unter 215 Regen- und Hagelproben nur in 7 Fällen kein Wasserstoffsuperoxyd nachweisen, und unter diesen waren 4, in welchen wahrscheinlich wegen Verzögerung der Untersuchung keine Reaction eintrat (öfters fehlte es aber bei Schnee und Graupeln). Das Resultat war folgendes (Milligramm Wasserstoffsuperoxyd):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
In 1 l Niederschlag	0,025	0,026	0,049	0,038	0,249	0,404	0,499	0,240	0,211	0,148	0,034	0,022
Auf 1 qm Land .	1,113	0,252	0,904	0,859	18,157	21,171	26,994	23,224	7,732	4,964	1,624	2,441

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Allg.
In 1 l Niederschlag . .	0,203	0,008	0,038	0,120	0,113	0,284	0,245	0,221	0,182
Auf 1 qm Land . . .	6,115	0,173	1,842	16,506	4,739	25,896	33,990	20,129	109,390

Diese Mengen sind viel zu gering, als dass sie hygienisch eine besondere Beachtung verdienten. Auch hier gilt im allgemeinen dasselbe, was über das Ozon gesagt wurde.

Andere gasförmige Verunreinigungen der Luft.

Während die oben besprochenen Beimischungen der Luft unter gewöhnlichen Verhältnissen den normalen Zuständen entsprechen, kommen unter Umständen noch andere Beimengungen, allerdings nur in sehr geringen Mengen, vor, welche einen ganz örtlichen Ursprung haben, den sie hauptsächlich den Zersetzungsprocessen organischer Stoffe oder den Gewerbebetrieben verdanken. Andererseits fasst man unter den Begriff „gasförmige Verunreinigungen“ auch solche, bei welchen die oben besprochenen constanten Beimengungen in einem verhältnissmässig grossen Ueberschuss oder in ganz unregelmässigen Mischungen vorhanden sind.

Um einen Ueberblick zu erhalten, theilen wir nach dem Vorgange von Renk[1]) die der Luft beigemengten Gase nach ihren physiologischen Wirkungen ein in indifferente, irrespirable und giftige; dann bleibt noch eine ganze Reihe von Gasen, deren Wesen und Wirkung entweder nicht genügend bekannt oder zu wenig ausgeprägt ist, um einer der drei vorhergehenden Klassen beigezählt zu werden.

Zu den indifferenten Stoffen gehören Stickstoff, Wasserstoff und die meisten Kohlenwasserstoffe. Ihr schädlicher Einfluss beruht auf der Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft und wird erst dann bemerkbar, wenn diese Verminderung in hohem Grade stattfindet, wie wir es bereits oben zu besprechen Gelegenheit hatten. Allerdings kann sich der Mensch nach und nach an sauerstoffärmere Luft gewöhnen, allein bei fortgesetzter Athmung in einer solchen Luft äussert sich ihre Wirkung nachtheilig auf die Gesundheit, wenn die Verminderung des Sauerstoffs eine gewisse Grenze überschreitet. Bei Verunreinigung der Luft in geschlossenen Räumen ist nicht allein der Mangel an Sauerstoff die Veranlassung zu Störungen unseres Wohlbefindens, sondern vielmehr sind es die beigemischten schädlichen Gase, welche diese veranlassen.

Die Kohlenwasserstoffe oder die Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff kommen in zahlreichen Formen vor, zum Theile sind sie gasförmig, meist aber flüssig oder fest. Das Sumpfgas oder das Methan (CH_4) entwickelt sich bei der Fäulniss der Pflanzentheile unter Wasser, insbesondere in Sümpfen und Morästen, kommt aber auch in manchen Steinkohlenlagern vor (schlagende Wetter). Erhitzt man Holz- oder Steinkohlen unter Luftabschluss, so erhält man ein Gemenge von Sumpfgas und von ölbildendem Gas (Aethylen, C_2H_4), ein Vorgang, welchen man trockene Destillation nennt, und welcher bei Bereitung des Leuchtgases zur Anwendung kommt. Das Leuchtgas aus Steinkohlen besteht hauptsächlich aus 5 % ölbildendem Gas, 30 % Methan, 50 % Wasserstoff und 5 bis 15 % Kohlenoxyd und ausserdem aus kleinen Mengen Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff, von welchen nur das ölbildende Gas mit leuchtender Flamme verbrennt. Der charakteristische Geruch wird durch geringe Mengen Schwefelkohlenstoff und Naphthalin bewirkt. Durch die künstliche Beleuchtung wird die Luft in unseren Wohnräumen je nach den dabei verwendeten Materialien mehr oder weniger ver-

---

[1]) Renk, Die Luft, S. 172.

unreinigt. So fand Erismann die von der Beleuchtung herrührende Verunreinigung der Luft, auf 6 Normalkerzen reducirt, in 1000 Volumentheilen:

Beleuchtungs-material	Reducirte Mengen		Die Luftverunreinigung durch Petroleum als Einheit angenommen	
	Kohlen-säure	Kohlen-wasserstoff CH_4	Kohlen-säure	Kohlen-wasserstoff CH_4
a) Luft aus der Mitte des Raumes				
Petroleum . .	0,24	0,014	1,0	1,0
Rüböl	0,48	0,056	2,0	4,0
Leuchtgas . .	0,75	0,056	3,1	4,0
Stearinkerzen .	2,31	0,083	9,6	6,0
b) Luft aus vier Vertikalschichten des Raumes				
Petroleum . .	0,56	0,017	1,0	1,0
Rüböl	0,47	0,069	0,8	4,1
Leuchtgas . .	1,09	0,072	2,0	4,4
Stearinkerzen .	1,25	0,187	2,2	11,0

Am wenigsten verunreinigt hiernach die Luft das Petroleum, am meisten die Stearinkerze. Gasheizungsapparate, bei welchen die Verbrennungsgase nicht hinreichenden Abzug haben, können sehr zur Verschlechterung der Luft beitragen. Auch durch unsere Oefen und Heizanlagen kann sich neben anderen schädlichen Gasen Kohlenwasserstoff ansammeln, insbesondere dann, wenn der Luftzug in den Schornstein gestört oder aufgehoben ist. Daher sind Zugklappen im Ofenrohr zu vermeiden (besser ist, den Abschluss von aussen durch eine eiserne Thüre zu bewerkstelligen).

Die zweite Gruppe bilden die irrespirablen Gase, welche auf die Athmungsorgane schädlich einwirken. In geringer Menge eingeathmet, rufen dieselben Husten, Katarrhe und Entzündungen der Athmungswerkzeuge hervor, während grössere Mengen zu Erstickungen führen können. Zu dieser Gruppe gehört das Ammoniak, die Salpetersäure, die schweflige Säure, die Schwefelsäure, die Salzsäure und das Chlor.

Durch schweflige und Schwefelsäure wird die Luft verunreinigt in vulkanischen Gegenden, in Städten, in welchen massenhaft Steinkohlen verbrannt werden, insbesondere in der Nähe von Schwefelsäure-, Soda-, Ultramarinfabriken und Töpfereien. 1000 Centner Steinkohlen geben durchschnittlich 15 Centner schweflige Säure, welche in der Luft zu Schwefelsäure übergeht. In London wurden in 1 cbm Luft 1,7, in Manchester 2,5 mg Schwefelsäure aufgefunden[1]).

[1]) Nach der Chemikerzeitung (Bd. XVI) enthielt zu Manchester der fallende Staub 6—9% freie Schwefelsäure, 5—7% Salzsäure; auf eine Fläche von

Nach einem amtlichen Bericht der Wiener Weltausstellung werden auf 100 kg Ultramarin 40 kg Schwefel als schweflige Säure der Luft zugeführt, so dass eine Fabrik mit einer jährlichen Production von 200 000 kg Ultramarin 160 000 kg schweflige Säure an die Luft abgiebt. Die Niederschläge in der Nähe grosser Fabrikstädte enthalten eine ganz bedeutende Menge Schwefelsäure. Man hat in 1 l Schneewasser bis zu 60 und 70 mg gemessen, und so dürfte es nicht auffallen, dass eine mächtige und anhaltende Schneedecke für unsere Hausgärten und Baumpflanzungen (namentlich Nadelhölzer) schadenbringend ist. Zu Manchester ist in Folge des Schwefelsäuregehaltes der Luft jede Vegetation so gut wie unmöglich. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass hauptsächlich durch den Einfluss dieser Säure unsere plastischen Kunstwerke im Freien so rasch verwittern [1]).

Durch Salzsäure wird die Luft verunreinigt bei der Sodafabrikation. Der entweichende Chlorwasserstoff zieht begierig das in der Luft enthaltene Wasser an, senkt sich wieder in die untersten Luftschichten und ist so für die Vegetation schadenbringend. Eingeathmet reizt er die Athmungsorgane, bringt Appetitlosigkeit, Verdauungsstörungen und Durchfall.

Mit der Sodafabrikation ist meistens die Chlorindustrie verbunden, wobei der Chlorkalk in der Regel das Haupterzeugniss bildet. Sind die Schornsteine nicht sehr hoch, so werden die Anwohner durch Chlordämpfe, neben den Salzsäuredämpfen, in unangenehmer Weise belästigt. Bei langanhaltender Einathmung sind Katarrhe und Entzündungen der Athmungsorgane die Folgeerscheinungen.

Als giftige Gase werden solche bezeichnet, welche zwar auf die Athmungsorgane keine schädlichen Wirkungen ausüben, aber auf das Blut zersetzend wirken. In kleinerer Menge eingeathmet, verursachen sie geringe Störungen, in grösserer Menge schwere Zufälle, welche zum Tode führen können. Hierhin rechnen wir die Kohlensäure, das Kohlenoxyd, den Schwefelwasserstoff, den Schwefelkohlenstoff, den Phosphorwasserstoff und den Arsenwasserstoff.

Das Kohlenoxydgas kommt vor im Leuchtgas, in welchem bis zu 20 % dieses Gases nachgewiesen sind, bei der unvollkommenen

---

einer engl. Quadratmeile kamen in 3 Tagen 660 kg Russ, 50 kg Schwefelsäure und 25 kg Salzsäure; ferner enthielt 1 cbm Nebelluft 3.72 mg schweflige Säure, wogegen bei klarem Wetter nur 0,77 mg vorhanden waren.

[1]) Vergl. die Zeitschrift „Das Wetter“, Jahrg. 1887, S. 150 ff.

Verbrennung und bei Sümpfen und Morästen. Beim Leuchtgase wird das Kohlenoxyd nur dann gefährlich, wenn unverbranntes Gas ausströmt, anderenfalls wird es durch die Verbrennung vollständig in Kohlensäure verwandelt.

Durch Schwefelwasserstoff wird die Luft verunreinigt über Sümpfen und Morästen, namentlich bei hoher Temperatur, bei Verwesungen thierischer Stoffe, in der Nähe von Ammoniakfabriken, wobei auch Arsenwasserstoff in die Luft übergeführt wird.

Die vierte Klasse endlich umfasst eine grosse Menge namentlich die Luft der Wohnungen verunreinigender Gase, welche in hochgradiger Verdünnung vorkommen. Diese Verunreinigungen sind so minimal, dass sie durch chemische Analyse nicht festzustellen sind, indessen sind sie in weitaus den meisten Fällen durch den Geruchssinn deutlich wahrzunehmen; so wird beispielsweise ein Milliontel mg Merkaptan (Aethylsulfhydrat) in 1 l Riechluft durch den Geruchssinn noch sehr merklich wahrgenommen. Obwohl die hygienische Bedeutung dieser Riechstoffe noch nicht mit hinreichender Klarheit festgesetzt ist, so weisen doch viele Umstände darauf hin, dass eine derartig verdorbene Luft, wie sie in den Wohnräumen der Städte häufig angetroffen wird, längere Zeit eingeathmet, nur schädlich auf die Gesundheit wirken kann (namentlich in ihrer Wirkung auf das Centralnervensystem). Wenn auch in diesem Falle keine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft stattfindet, wenn auch die Athmungsorgane durch die riechenden Gase nicht gereizt werden und ein Eindringen in das Blut durch Anhäufung ausgeschlossen werden muss, so deuten doch die Vorgänge bei der Ernährung entschieden darauf hin, dass auch unmessbare Beimengungen von ekelerregenden Stoffen im Stande sind, die Nahrungsaufnahme zu beeinträchtigen, ja dass schon der blosse Gedanke an solche Dinge denselben Erfolg haben kann. Uebelriechende Luft verursacht bei den meisten Menschen ein Gefühl des Ekels und ein Uebelbefinden, so dass wir unwillkürlich die Athemzüge zu unterdrücken und der verdorbenen Luft uns zu entziehen suchen. Inwiefern durch längeren Aufenthalt in solcher verdorbenen Luft die Blutvertheilung geändert wird, kann mit genügender Sicherheit nicht festgestellt werden, jedenfalls aber ist anzunehmen, dass die Widerstandsfähigkeit gegen gewisse Krankheiten abgeschwächt wird. Andererseits ist durch Riechgase verdorbene Luft der Wohnungen in der Regel ein Beweis dafür, dass der Reinlichkeitspflege keine besondere Sorgfalt zugewandt wird, dass auch dort nicht für die Beseitigung der Er-

reger ansteckender Krankheiten genügend gesorgt wird, und daher dürfte schlecht riechende Luft in den Wohnungen auf grössere Gefahr der Ansteckung hindeuten [1]).

Oeftere ausgiebige Lüftung, gründliche Reinigung der Wohnungen, sowie die Entfernung aller Ursachen, welchen diese Verunreinigungen der Luft entstammen, sind die wirksamsten Mittel, sich vor diesen schädlichen Einflüssen zu schützen.

Staubgehalt der Luft.

Zu allen Zeiten und an allen Orten ist der Luft Staub in sehr feiner Vertheilung beigemengt, auch dann, wenn keine Trübung der Luft ersichtlich ist. Die Staubtheilchen der Luft sind die Stellen, an welchen der Wasserdampf der feuchten Luft sich verdichtet und so als Nebel in die Erscheinung tritt. Staubfreie, etwa durch Watte filtrirte Luft zeigt keinerlei Nebelbildung. Die Staubtheilchen kühlen sich durch Strahlung leicht in der Luft ab, verdichten so den mit ihnen in Berührung befindlichen Wasserdampf und umgeben sich so mit einer Wasserhülle, so dass sie jetzt unseren Augen als Nebelkörperchen sichtbar werden.

Je nach der Grösse der Staubkörperchen lassen sich diese in drei Gruppen eintheilen, und zwar 1. in groben Staub, welcher mit blossem Auge und bei jeder Beleuchtung sichtbar ist; dieser Staub ist am häufigsten bei grosser Trockenheit und windigem Wetter, sowie zur Sommerszeit; 2. in Sonnenstäubchen, welche dann sichtbar werden, wenn sie durch einen Sonnenstrahl oder durch einen intensiven Lichtstrahl (elektrisches Licht) beleuchtet werden; und 3. in unsichtbare Staubtheilchen, welche auch durch einen Sonnenstrahl nicht zur Wahrnehmung gebracht werden können; indessen können die letzteren dadurch nachgewiesen werden, dass man einen mit Wasserdampf gesättigten Luftstrom in sie hineinleitet, wobei die Luft durch Nebel getrübt wird.

Der feine Staub der Luft wird im stetigen Schweben erhalten, wenn auch die Schwere bestrebt ist, denselben der Erde zu nähern. Dieses Schweben wird bedingt durch die beständigen Luftbewegungen, welche durch Störungen im Gleichgewichte der Luft in Folge von Wärme hervorgerufen werden, insbesondere durch aufsteigende Luftströme. So kommt es, dass der von einer trockenen Unterlage

---

[1]) Vergl. Renk. Die Luft, S. 173 ff.

aufgewirbelte Staub mit den herrschenden Luftströmen in weit entlegene Länder hinübergetragen wird. Andererseits findet man auch in Wohnungen, die dem Einflusse der Winde nicht ausgesetzt sind, selbst nach längerem Abschluss, Staubtheilchen in der Luft schwebend, welche jedenfalls durch die Wirkung der Temperaturunterschiede im Schweben erhalten werden.

Die Quellen für den der Luft beigemengten Staub sind ausserordentlich mannigfach. Wir rechnen hierhin die Verwitterung der Gesteine, die hauptsächlich durch Einfrieren und Wiederaufthauen verursacht wird, die Thätigkeit der Vulkane, die Verbrennung (hierhin gehört auch der Moorrauch), die Austrocknung der organischen Stoffe und die Zerreibung derselben durch mechanische Ursachen, die Fortpflanzungsthätigkeit der Pflanzen und der niederen Lebewesen (Blüthenstaub, Sporen der Kryptogamen, Keime der niederen Organismen u. dergl.), die Menschen und ihre verschiedenen Beschäftigungen. Dass das Wasser und die feuchte Erdoberfläche durch den Verdunstungsprocess oder durch Ablösung bei ruhiger Oberfläche keinerlei Staub an die Atmosphäre abgiebt, ist durch mancherlei Untersuchungen als bewiesen anzunehmen, eine Thatsache, welche für die Beurtheilung der Uebertragbarkeit ansteckender Krankheiten durch die Luft in Erwägung gezogen werden muss.

In den durch Trockenheit ausgezeichneten Gegenden des innern Asiens, Afrikas und Australiens zeigt die Luft einen hohen Staubgehalt, welcher sich mit den Winden weithin in die benachbarten Länder verbreitet. So wird beispielsweise der Wüstenstaub der Sahara durch die Passatwinde oft sehr weit weg auf den Ocean fortgeführt. Dass auch mitten auf den Oceanen sich Staub befindet, wird durch das Auftreten der Nebel sehr häufig zur Erscheinung gebracht.

Bemerkenswerth war die ungeheure Ausbreitung des vulkanischen Staubes, welcher bei Ausbruch des Krakatoa-Vulkans am 27. August 1883 in die Atmosphäre übergeführt wurde. Diese Staubmassen wurden bis zu 10 km emporgeschleudert, gelangten in die obere Passatströmung und verbreiteten sich nach und nach durch den grössten Theil unserer Atmosphäre, hier die glänzenden Dämmerungserscheinungen hervorrufend, welche von Herbst 1883 bis zu Anfang des Jahres 1884 andauerten. Es waren verglaste und zerstiebte, mit Verbrennungsprodukten vermischte Staubmassen, welche jene optischen Wirkungen hervorbrachten.

Der Moorrauch verdankt seine Entstehung dem Verbrennen des

Moores hauptsächlich in Ostfriesland und Holland. Seine Verbreitung ist häufig eine ganz bedeutende, indem er sich oft nicht allein über das nordwestliche Deutschland, sondern auch südwärts bis zu den Alpen ausdehnt.

Durch die Verbrennung organischer und unorganischer Stoffe wird eine ausserordentliche Menge Staub in die Luft übergeführt, welcher zuerst als Rauch in die Erscheinung kommt. Grössere industriereiche Städte sind bei stiller Luft mehr oder weniger vollständig in Rauch gehüllt, welcher die Bewohner oft in hohem Grade belästigt. Da die Fallgeschwindigkeit des Rauches im Allgemeinen nur gering ist, so kann sich derselbe auf grosse Entfernungen von der Ursprungsstätte ausbreiten.

Als Blüthenstaub ist der „Schwefelregen“ bekannt, welcher hauptsächlich von den Blüthen der Nadelhölzer stammt und eine ausserordentliche Verbreitung hat. Bei Regenwetter wird dieser Staub nicht selten in solcher Menge aus der Luft zur Erdoberfläche herabgeschwemmt, dass die sich bildenden kleinen Wasserpfützen von gelben Streifen umgeben sind, welche man früher wohl für Schwefel hielt.

Was nun zunächst die Menge des Luftstaubes betrifft, so sind hierüber von John Aitken umfassende Untersuchungen gemacht worden. Er machte die kleinsten Staubkörperchen dadurch sichtbar, dass er sie mit übersättigtem Wasserdampf in Berührung brachte, wobei jedes einzelne Theilchen zu einem Condensationskerne wurde, welcher zu einem leicht sichtbaren Tröpfchen anwuchs. Dabei bediente sich Aitken eines Recipienten, welcher zum Theil mit Wasser gefüllt war, um die darüber befindliche Luft stets im Sättigungszustande zu erhalten. Der Recipient stand mit einer Luftpumpe in Verbindung und konnte auch mit der äusseren Luft durch eine Röhre beliebig in Verbindung gesetzt werden, so dass die Einführung reiner staubfreier Luft in den Recipienten ermöglicht wurde, wenn man die Röhre mit einem Baumwollenfilter verschloss. Andererseits konnte man durch einen Nebenapparat eine bestimmte Menge Untersuchungsluft in den Recipienten hineinbringen und dieselbe durch staubfreie Luft verdünnen. Dieses Mischungsverhältniss wurde nun so eingerichtet, dass bei einer Verdünnung der Luft im Recipienten durch die Luftpumpe alle Staubtheilchen zu Condensationskernen wurden, was dadurch leicht erkannt werden kann, dass eine weitere starke Verdünnung der Luft keine Tröpfchenbildung mehr hervorbrachte. Die Verdünnungsmischung musste um so mehr reine Luft enthalten, je mehr Staubkörperchen die Unter-

suchungsluft enthielt. Zur Zählung der Tröpfchen war unterhalb der oberen Wandung des Recipienten in 1 cm Entfernung ein Silberspiegel aufgestellt, welcher in Quadratmillimeter getheilt war und durch ein seitwärts auffallendes Licht erleuchtet war. Auf diese Weise konnten die Tröpfchen leicht gezählt und so der Staubgehalt der Luft berechnet werden. Mit einem tragbaren Apparate stellte nun Aitken an den verschiedensten Punkten Europas Messungen an, deren Hauptergebnisse wir hier kurz wiedergeben wollen [1]).

Auf einem Hügel (300 m Seehöhe) bei Hyères (Südfrankreich) schwankte die Zahl der Staubtheilchen zwischen 3550 und 25 000 per Cubikcentimeter, in der Nachbarschaft von Cannes zwischen 1550 und 150 000, zu Mentone zwischen 1200 und 7200, bei vom Mittelmeer herwehender Luft zwischen 1800 und 10 000, zu Bellaggio am Comersee und Baveno am Langensee zwischen 3000 und 10 000 (durchweg bei Südwind), erheblich weniger am Simplon und zu Locarno bei Nordwind. Auf dem Rigigipfel variirte die Anzahl zwischen 210 und 2000, und auch am Fuss des Rigi (Vitznau) war sie nicht erheblich grösser. Auf dem Eiffelthurme fand Aitken die Schwankungen in der Zahl der Staubtheilchen ausserordentlich bedeutend, zwischen 226 und 104 000, woraus hervorgeht, dass die unreine Stadtluft sich sehr ungleichmässig mit den oberen Luftschichten vermischt. In der Stadt Paris schwankte die Zahl zwischen 160 000 und 210 000. In London bewegte sich die Zahl zwischen 116 000 und 480 000, im schottischen Hochland zwischen 205 und 4000.

Ausserdem führen wir noch folgende Bestimmungen von Aitken an [2]):

	Zahl der Staubtheilchen per cbcm
Colmonell, auf dem Lande, Luft klar	500
„ sehr dick . . .	5 000
Ballantrae, an der Küste, Luft klar	5 000
Edinburg, Luft klar	45 000
„ trüb	250 000
Sitzungssaal der Roy. Soc., nahe dem Fussboden	
vor der Sitzung	175 000
nach „ „	400 000
nahe der Zimmerdecke, vor „ „	3 000 000
nach „ „	3 500 000

Nach den Veröffentlichungen von Angus Rankin [3]) beträgt das Mittel der Zahl der Staubtheilchen auf dem Ben Nevis in

[1]) Vergl. Nature, vol. 41, Nr. 1061, S. 394.

[2]) Vergl. Transact. of the R. Soc. of Edinburgh vol. XXXV, p. 1, und Proc. R. Soc. Edinb. vol. XVI, p. 135.

[3]) Vergl. Nature, vol. 45, f. 582.

Schottland (1343 m Seehöhe) 696 pro Cubikcentimeter, das Maximum war 14400, das Minimum war in einigen Fällen 0. Es ergaben sich aus einer grossen Zahl von Beobachtungen:

1890/91	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Nov.
Mittel	1515	1037	2300	1757	700	588	606	418
Maximum . .	6350	12862	14400	4940	3850	4000	1286	3150
Minimum . .	4	0	11	4	50	0	67	12

Ferner fand Fodor in Budapest im Herbst 0,43, im Winter 0,24, im Frühjahr 0,35, im Sommer 0,55 mg pro Cubikmeter. Diese letzteren Zahlen sind schon wegen der abweichenden, bei der Bestimmung angewandten Methode nicht mit den obigen vergleichbar (wohl aber unter einander in Bezug auf Jahreszeiten), ebenso haben die folgenden, welche nach Hesse den Staubgehalt der Luft in verschiedenen geschlossenen Räumen veranschaulichen (Milligramm pro Cubikmeter), nur eine relative Bedeutung.

Filzschuhfabrik	175,0 mg	Hutfabrik	6,4 mg
ebenda	106,0 „	Eisenwerk, Putzraum .	71,7 „
Kunstmühle, neues System	4,4 „	ebenda	100,0 „
Mahlmühle, altes System	47,7 „	Kohlengrube	14,3 „
Bildhauerwerkstätte . .	8,7 „	Erzgrube	14,5 „
Mechanische Weberei .	3,0 „	Wohnhaus, Studirstube .	0 (?) „
Papierfabrik; Hadernsaal	3,8 „	„ Wohn- und Kinderstube .	1,6 „
ebenda	22,9 „		
ebenda	24,9 „		

Wir dürfen hiernach im allgemeinen annehmen, dass auf Berggipfeln und in entlegenen Gebirgen überhaupt die Zahl der Staubkörperchen 200 pro Cubikcentimeter nicht viel übertrifft, dass sie in der Nähe von Dörfern auf 1000 ansteigt und in grossen Städten 100000 erreicht oder gar darüber hinausgeht. Die Sichtigkeit der Luft wird weder durch die Staubtheilchen (ausgenommen in industriellen Städten bei ruhiger Luft, also in den extremsten Fällen), noch durch die Feuchtigkeit allein beeinträchtigt, sondern durch das Zusammenwirken beider. Denn einerseits bewirken die Staubtheilchen die Condensation, und andererseits wachsen die Körperchen, wenn sich der Wasserdampf auf sie niederschlägt. Ferner zeigt sich, dass die Staubtheilchen bei trüber Luft ungleich zahlreicher sind als bei klarer. Insbesondere bei Nebel zeigt sich stets ein ungewöhnlich hoher Staubgehalt der Luft, und dieses hat darin seinen Grund, dass bei ruhiger Luft für die Ansammlung von Staub als auch von Nebel die Feuchtigkeit günstig ist. Aus seinen Untersuchungen leitete Aitkens das Ergebniss ab: Viel Wind, wenig Staub; viel Staub, wenig Wind. Ferner ergab sich folgende Be-

ziehung zwischen Feuchtigkeit, Nebel und Zahl der Staubkörperchen: Bei gleicher Feuchtigkeit wuchs und verminderte sich der Nebel mit der Zahl der Staubkörperchen; bei gleicher Zahl der Staubkörperchen war der Nebel abhängig von der Feuchtigkeit (wenigstens bis zu 10% der Sättigung).

Der Staubgehalt der Luft hat eine jährliche und eine tägliche Periode. Auf dem Ben Nevis ist der Staubgehalt am grössten in den Frühlingsmonaten, dagegen zu Budapest im Sommer; die jährliche Periode scheint in hohem Grade abhängig zu sein von der örtlichen Lage, sowie von der Richtung und Beschaffenheit der herrschenden Luftströme. Auch einen täglichen Gang zeigt der Staubgehalt der Luft auf dem Ben Nevis, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht (März bis Mai 1891):

	Vormittags				Nachmittags				Tages-
	1h	4h	7h	10h	1h	4h	7h	10h	mittel
Zahl der Staubtheilchen pro cbcm	736	526	570	551	950	1438	1035	1029	854
Abweichungen vom Mittel . .	—118	—328	—284	—303	+96	+584	+181	+175	—

Hiernach fällt der geringste Staubgehalt auf 4 Uhr Morgens und der grösste auf 4 Uhr Nachmittags. Es scheint hiernach, dass die Staub- und Wolkenschichte am Vormittag unterhalb des Gipfels liegt, dass diese nach den Nachmittagsstunden hin sich bis zum Gipfel erhebt und in der Nacht wieder unter den Gipfel herabsinkt. Dem gegenüber zeigen die Beobachtungen in der Niederung, dass die ersten Morgen- und Abendstunden den grössten, dagegen die ersten Nachmittagsstunden den kleinsten Staubgehalt haben. Diese Thatsachen werden durch die tägliche Periode der vertikalen Luftbewegung, die wir unten noch zu besprechen haben werden, zur Genüge erklärt.

Der Staubgehalt in geschlossenen Räumen zeigt je nach der Art der menschlichen Thätigkeit sehr grosse Schwankungen, und auch die Ventilation spielt hier eine grosse Rolle. Beispielsweise ist der Umstand, dass im Sitzungszimmer der Royal Society die Zunahme des Staubgehaltes während der Sitzung verhältnissmässig so gering war (siehe Tabelle S. 57), dadurch zu erklären, dass über den Gasflammen Ventilatoren angebracht waren. In einem anderen Falle fand Aitken in einem gewöhnlichen Zimmer, in welchem 4 Gasflammen ohne Ventilatoren brannten, vor Anzündung der Flammen nahe der Zimmerdecke 426000, nachdem die Flammen etwa 2 Stunden brannten, etwa 42000000 Staubtheilchen pro Cubikcentimeter.

Diese Staubtheilchen gelangen nun in die Athemwege und

kommen so mit den innern Organen des Menschen in Berührung. Man sollte nun meinen, dass die Athemwege bis zur Lunge mit Staubtheilchen überdeckt sein müssten; dieses ist aber keineswegs der Fall. Ein grosser Theil des eingeathmeten Staubes wird wieder ausgeathmet, insbesondere die feinsten Staubtheilchen, ein anderer Theil bleibt an den feuchten Schleimhäuten zurück, welche die Athemorgane bekleiden. Am obersten Theil der Athemorgane befinden sich zarte Flimmerhärchen, welche in stetiger wellenförmiger Bewegung begriffen sind, und zwar ist diese Bewegung nach aussen gerichtet, so dass durch diese Schutzvorrichtung der Staub wieder aus dem Athemwege fortgeschafft wird. Bei länger fortgesetzter Athmung in staubreicher Luft genügt diese Flimmerbewegung zur Fortschaffung des Staubes nicht ganz, vielmehr erlahmt die Bewegung mehr oder weniger, und es treten jetzt krampfhafte Erscheinungen ein, wie Husten, Räuspern, Niesen, welche alle den Zweck haben, den Staub aus dem Athemwege zu entfernen. Versagen auch diese Hilfsmittel ihren Dienst, so gelangt der Staub in die tieferen Luftwege, und es entstehen dann unter Umständen Katarrhe oder Krankheitserscheinungen, welche je nach der Beschaffenheit des eingedrungenen Staubes verschiedene Namen tragen. Immerhin erscheint es daher von grosser Wichtigkeit, durch die Nase, in welcher eine gewundene Schleimhaut mit grösserer Oberfläche dem Eindringen des Staubes Widerstand entgegensetzt, und nicht durch den Mund zu athmen.

Die der Luft beigemengten Staubtheilchen sind entweder unorganisch oder organisch. Zu den letzteren gehören Haare, Epidermiszellen, Fasern von Kleidungsstücken, kleine Pflanzentheile u. dergl., und andererseits, ausser dem oben genannten Blüthenstaub, die sogenannten Mikroorganismen oder kleinste Lebewesen, welche zu den niedersten Thieren oder Pflanzen gehören, resp. auf der Grenze zwischen Thier und Pflanze stehen.

Die Mikroorganismen, welche stets und allerorts sich in der Luft befinden, haben im Haushalte der Natur eine hervorragende Stelle. Durch ihre Eigenschaft, sich ausserordentlich rasch zu vermehren, sind sie trotz ihrer Kleinheit im Stande, grosse Massen organischer Substanz zu zerstören und in solche Verbindungen überzuführen, welche dem Wachsthum der Organismen dienen können; insbesondere sind sie die Erreger der Gährung und der Fäulniss, indem sie grosse Mengen organischer Substanzen unter Gasentwickelung zersetzen können.

Es kann nicht in meiner Absicht liegen, die Methoden der Untersuchung der Mikroorganismen hier ausführlich zu besprechen, vielmehr mögen hier einige kurze Andeutungen genügen [1]).

Die Bestimmung und die Untersuchung der Mikroorganismen lässt sich bis jetzt fast nur durch Anwendung der Kulturmethoden bewerkstelligen. Die in der Luft enthaltenen Mikroorganismen werden etwa durch ein Sandfilter aufgefangen, dann in eine Nährsubstanz gebracht und die gewachsenen Kolonien gezählt und weiter untersucht.

Die Mikroorganismen zerfallen zunächst in 4 grosse Gruppen, nämlich in 1. Schimmelpilze, 2. Sprosspilze, Hefepilze, 3. Spaltpilze oder Bakterien und 4. Schleimpilze, Protozoen [2]). Wir beschränken uns hier darauf, hieran nur einige kurze Bemerkungen zu knüpfen.

Die Zellen der Schimmelpilze sind verhältnissmässig gross (2—10 Tausendstelmillimeter im Durchmesser) und bestehen aus anscheinend kernlosem Protoplasma mit celluloseartiger Hülle. Fruchthyphen tragen Sporen, welche zur Fortpflanzung dienen und im trockenen Zustande 2—10 Jahre ihre Keimfähigkeit behalten können. Das Wärmeoptimum schwankt zwischen + 15 bis + 40°. Im allgemeinen sind diese Pilze sehr verbreitet und kommen sowohl auf todten als auf lebenden Substraten (Pflanzen, Thieren) vor. Gewisse Arten (Oïdiumarten) kommen vor als Mehlthau, in der Milch, bei Favus, Herpes tonsurans, Pityriasis versicolor; auch der Erreger des Soor soll ein Schimmelpilz sein (Monilia candida). Aspergillusarten verursachen beim Menschen zuweilen Erkrankungen der Bronchien, der Lungen und anderer Körpertheile.

Die Sprosspilze haben ebenfalls verhältnissmässig grosse Zellen (2—15 Tausendstelmillimeter im Durchmesser), ein körniges Protoplasma mit dünner Umhüllung. Die Vermehrung geschieht durch Bildung und Abscheidung von Tochterzellen. Viele erzeugen in Zuckerlösungen alkoholische Gährung. Die Hefepilze (z. B. bei Bier, Wein, Sauerteig) enthalten stets stickstoffhaltige Nährstoffe und bedürfen zu

---

[1]) Eine ausführliche Anleitung zur Ausführung bakteriologischer Arbeiten und zur Einrichtung bakteriologischer Arbeitsstätten findet sich in dem trefflichen Buche von L. Heim: „Lehrbuch der bakteriologischen Untersuchung und Diagnostik", Stuttgart 1894, bei F. Enke.

[2]) Benutzt wurden hier hauptsächlich: C. Flügge, Grundriss der Hygiene, Leipzig, Veit u. Co. 1894, und Rubner, Lehrbuch der Hygiene, Leipzig und Wien, Deuticke 1895.

ihrem Wachsthum in der Regel des Sauerstoffs. Der Kampilz bildet auf gegohrenen Flüssigkeiten eine matte, grauweisse gefaltete Haut, die sogenannte Kamhaut.

Spaltpilze oder Bakterien sind sehr kleine, nur durch das Mikroskop erkennbare einzellige, den Algen verwandte Pflanzen, welche einen Protoplasmazellinhalt haben, aber ohne Kern und ohne Chlorophyll. Unvermögend, die Kohlensäure der Luft zu zerlegen, sind sie auf ein Schmarotzerleben angewiesen, entweder auf faulende organische Stoffe, oder auf den thierischen Organismus. Die Spaltpilze haben wohl die grösste Verbreitung; wir finden sie überall, sowohl in der Luft, als auch im Boden und im thierischen Körper. Mit den Staubtheilchen der Luft, mit den Speisen und Getränken gelangen sie in den menschlichen Körper, hier zersetzend in den Stoffwechsel eingreifend, aber nicht selten Krankheiten hervorrufend, welche für den Menschen zuweilen verhängnissvoll sind. Der Form nach kann man drei Gruppen unterscheiden, nämlich:

1. Mikrokokken, meist unbewegliche, kugelige Gebilde, welche entweder in traubenförmigen Haufen (Staphylokokken), oder in Ketten (Streptokokken) an einander gereiht, oder zu zweien (Diplokokken), vieren (Tetragenus) oder achten neben bezw. über einander liegen, oder würfelförmig, waarenballenartig eingeschnürt sind (Sarcinen). Hierhin gehören: der Eiterpilz (Staphylococcus pyogenes), welcher auf die gesunde menschliche Haut eingerieben, ausgebreitete Furunkel, in den Wunden Eiterung erzeugt; der Rothlaufpilz (Streptococcus erysipelatos), der Erreger der Gonorrhoe (Micrococcus Gon.), der Lungenentzündung (Diplococcus pneumoniae), wahrscheinlich der Erreger des Keuchhustens und einige andere.

2. Bacillen, drehrunde Gebilde mit meist abgerundeten Enden von verschiedener Länge und Dicke. Hierhin gehören hauptsächlich der Milzbrandbacillus, im Blut und in den Organen der von Milzbrand befallenen Thiere, der Typhusbacillus, Leprabacillus, Influenzabacillus, Tetanusbacillus, der Tuberkulosenbacillus, der Aussatzbacillus, der Rotzbacillus (bei Pferden), der Diphtheriebacillus u. a.

3. Spirillen, schraubenförmige Bakterien von verschiedenartiger Grösse und Dicke, weich und biegsam (Spirochaete), oder starr (Spirillen), oder in kommaförmig abgetrennten Theilchen (Vibrionen). Hierhin gehört hauptsächlich die Choleravibrione (gewöhnlich „Kommabacillus“ genannt), welche ausschliesslich bei der Cholera asiatica vorkommt; dann auch der Erreger des Rückfallfiebers.

Während die Mikrokokken beine Eigenbewegung zeigen, haben

die Bacillen und Spirillen an den Enden geisselartige Fäden, welche fortwährend in peitschender Bewegung begriffen sind; diese Fäden scheinen als Bewegungsorgane zu dienen.

Wie schon der Name vermuthen lässt (Spaltpilze), erfolgt die Vermehrung der Bakterien durch Spaltung. Die Zelle verlängert sich, es bildet sich eine Querwand, die einzelnen Zellen trennen sich sofort, oder bleiben mit einander in Verbindung, grössere Haufen oder Fäden bildend. Diese Theilung geht so rasch vor sich, dass aus einer einzigen Zelle in 24 Stunden mehrere Millionen neuer Lebewesen entstehen. Bei einer grossen Zahl Bakterien bilden sich noch besondere Fruchtformen, die Sporen. Der Zellinhalt verwandelt sich in kleine Körnchen, in länglichrunde, stark lichtbrechende Gebilde, welches die Zelle auftreibt. Diese zerfällt, wenn die Sporenbildung vollendet ist, und die nun freie Spore wächst jetzt zu einer selbständigen Bakterie an. Wegen ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit können die Sporen ungünstigere Verhältnisse aushalten, so dass hierdurch die Erhaltung der Art begünstigt wird (Dauerformen).

Alle Bakterien haben die Fähigkeit, gewisse Nährstoffe zu zerlegen und zum Theil zu assimiliren. Das Nährmaterial für die Bakterien ist ausserordentlich verschieden. Einige Arten begnügen sich mit minimalen Spuren organischer Stoffe, die im destillirten Wasser sich finden, andere verlangen ganz besondere Nahrungsstoffe, wieder andere pflanzen sich nur im Blute warmblütiger Thiere fort. Ungünstig für die Entwickelung der Bakterien sind Nährböden mit saurer Reaction und starkes Sonnenlicht. Auch die Temperaturverhältnisse sind auf das Leben der Bakterien von grossem Einfluss. Die einzelnen Arten haben eine bestimmte Temperatur, bei welcher ihr Wachsthum am ergiebigsten ist, ferner eine untere und obere Grenze, jenseits deren sie nicht mehr wachsen oder zu Grunde gehen. Als Grenzen des Wachsthums nimmt man gewöhnlich 5° und 45° an, viel weiter liegen die Grenzen, ausserhalb welcher die Bakterien zu Grunde gehen. Austrocknen der Bakterien führt in den allermeisten Fällen ihren Tod herbei, und dieser Umstand ist um so bedeutsamer, als das Austrocknen in der Natur selbst in ausgebreitetem Maasse besorgt wird (ebenso wie die Abtödtung durch das Licht), indessen können manche Bacillen Monate lang in völlig ausgetrocknetem Zustande sich lebensfähig erhalten.

Wie ausserordentlich rasch die Vermehrung der Spaltpilze er-

folgt, geht aus einer Bemerkung von Rubner hervor. Hiernach verläuft der Theilungsprocess bei einigen Arten so rasch, dass er schon in 24 Minuten vollendet ist. Würde dieser Process gleichmässig mit dieser Geschwindigkeit 24 Stunden andauern, so würden in dieser Zeit aus einem Individuum nicht weniger als 4700 Trill. entstehen. Da nun nach Nägeli 30 Bill. trockene Spaltpilze auf 1 g gehen, so würde die obige Zahl 150000 kg Trockensubstanz repräsentiren. Eine solche Ueberfluthung mit Spaltpilzen wird aber durch mancherlei Hemmnisse in der Entwickelung unmöglich gemacht, welche die Vermehrung auf ein verhältnissmässig geringes Maass beschränken. Insbesondere sind die Producte des eigenen Stoffwechsels ihrem Leben schädlich, so dass ihre Vermehrung schon eingestellt wird, wenn sich eine grosse Menge Zersetzungsproduct angesammelt hat. Ausserdem bedürfen die Spaltpilze zur Erreichung der zur Fortpflanzung nothwendigen Lebensenergie mehrere günstige Bedingungen, so günstige Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse, geeignete Nahrungsstoffe, Abwesenheit des Sonnenlichtes, Nichtbeeinflussung durch andere Bakterien, also Bedingungen, welche zusammen mehr oder weniger selten gegeben sind. Andererseits sind die Bakterien durch die Bildung von Sporen, welche der Austrocknung sowie den Temperaturschwankungen gegenüber grösseren Widerstand besitzen, gegen die völlige Vernichtung mehr oder weniger geschützt.

Gelangen die Bakterien durch die Nahrung oder Athmung, oder auf irgend eine andere Art in den menschlichen Körper, so werden sie entweder sofort getödtet, so insbesondere durch den Magensaft, oder sie entwickeln sich ohne Schaden für den Menschen; in anderen Fällen aber führen sie Krankheitserscheinungen herbei, die unter Umständen zum Tode führen können. Obgleich der menschliche Körper vielen Bakterien ein Schmarotzerleben gestattet, so ist doch bei weitem der grösste Theil für seine Gesundheit unschädlich (indifferent). Immerhin gilt es als eine durch die Erfahrung bestätigte Thatsache, dass die Verbreitung mancher Krankheiten durch die Bakterien erfolgt, sei es durch Uebertragung durch die Luft, sei es durch die Nahrung. Die Ansichten über die Uebertragung der Krankheiten durch die Luft sind noch in keiner Weise übereinstimmend, so dass dem Studium noch ein weites Feld geöffnet bleibt. Speciell in Bezug auf den Cholerakeim bemerken wir, dass derselbe durch Austrocknung rasch getödtet wird, so dass die Verbreitung der Cholera durch die Luft deshalb höchst zweifelhaft gemacht wird.

Um auch über die Mengenverhältnisse der der Luft beigemengten Bakterien eine Vorstellung zu geben, lassen wir eine Zusammenstellung der Ergebnisse nach Miquel folgen, welche in dem 10jährigen Zeitraum 1882—1891 aus den Beobachtungen in dem Park von Montsouris und in der Stadt Paris (Platz St. Gervais) erhalten wurden:

Zahl der Bakterien pro Cubikmeter

	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Mittel
Montsouris	320	440	330	450	(350)	248	242	170	180	205	300
Paris . .	3444	2345	1877	5930	3147	3581	7720	9457	7567	9375	5445

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
Montsouris	155	185	160	195	305	310	335	535	555	409	240	190
Paris . .	3816	3074	3648	4116	4458	5874	6741	8006	8256	7475	5245	4639

Montsouris:				
Bakterien	180	315	800	195
Schimmelpilze	190	145	225	255
Paris:				
Bakterien	3613	5691	7912	4566
Schimmelpilze	1420	1515	2090	1690

Jahr: Montsouris, Bakt. 300, Schimmelp. 205; Paris, Bakt. 5445, Schimmelp. 1680.

Hiernach ist der Gehalt an Bakterien am grössten im Sommer und Frühling, am geringsten im Winter und Herbst. Im Centrum von Paris ist der Bakteriengehalt um mehr als das Zwanzigfache grösser als im Park von Montsouris.

Die Protozoen sind einzellige Mikroorganismen, welche auf der Grenze des Thier- und Pflanzenlebens stehen. Sie vermehren sich meistens durch Zweitheilung (Sporenbildung). Hierhin gehören die Amoeba dysenteriae und das Plasmodium malariae, die Erreger der Ruhr und der Malaria.

III. Die Temperatur.

Die atmosphärische Luft ist mit einer Kraftquelle ausgestattet, welche alle in ihr sich abspiegelnden Witterungserscheinungen beherrscht und welche auf alle lebenden Wesen unbedingte Herrschaft ausübt. Diese Kraftquelle ist die Wärme.

In dem Wechsel der Jahreszeiten erweckt die ununterbrochen wirkende Kraft der Wärme die in der Winterstarre noch schlummernde Natur, bekleidet die Erdoberfläche mit üppigem Pflanzenwuchse; sie belebt die Natur mit dem fröhlichen Gesange der

Vögel und lässt sie, nachdem sie neue Keime, neue Lebewesen geschaffen, im Herbste ruhig wieder einschlafen; die Wärme vertheilt die Luftmassen über die Erdoberfläche und verursacht so die Luftströmungen, welche als gelinder Hauch bis zum verheerenden Sturm in die Erscheinung treten, sie hebt den Wasserdampf aus den Meeren, ballt die Wolken zusammen, welche bald als befruchtender Regen herabsinken, bald als von Gewitterstürmen begleitete Hagelschauer vernichtend herniederstürzen; die Wärme schlingt ein gemeinsames Band um alle lebenden Wesen, sie streut die kleinsten Theile aller organischen Wesen in die Luft, im ewigen Wechsel den Kreislauf vom Leben zum Tode, vom Tode zum Leben, von der Pflanze zum Thiere und zurück, hervorrufend: kurz, die Wärme ist im Haushalte der Natur die gewaltigste, grossartigste Kraft, welche jede Bewegung und jedes Leben hervorruft und beherrscht.

Und unser Wohlbefinden, unsere Gesundheit, sind sie nicht innig mit den Wärmeverhältnissen der uns umgebenden Luft verwoben? Schon von Alters her hat man der Witterung und dem Klima, vor Allem aber der Wärme die grösste Bedeutung für die Lebensthätigkeit überhaupt, insbesondere aber für Gesundheit und Krankheit, beigelegt. Andauernd starke Kälte, sowie anhaltend hohe Wärme, grosse und plötzliche Sprünge der Wärme oder langsame Uebergänge von der Kälte zur Wärme und von der Wärme zur Kälte, wie sie sich beim Wechsel der Jahreszeiten vollziehen, beeinflussen theils nützlich und wohlthuend, theils aber auch schädlich und verderblich den menschlichen Organismus. Die Wärmeverhältnisse wirken aber nicht nur auf einzelne Organe des Menschen, sondern auf den ganzen Menschen und damit auch auf seine Geistesthätigkeiten. Die Athmung, die Ernährung, der Stoffwechsel, die Thätigkeit der Muskeln, der Nerven, der Haut, die Erhaltung der Eigenwärme, die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit, die Widerstandskraft gegen schädliche Einflüsse, kurz, jede Thätigkeit und jeder Theil des menschlichen Organismus und damit der ganze Mensch ist mit den Wärmeverhältnissen der Luft auf das Innigste verwoben. Daher darf es uns nicht auffallen, dass das Auftreten und die Entwickelungen vieler Krankheiten von den Wärmeverhältnissen abhängen, dass gewisse Krankheiten dem Winter, andere wieder dem Sommer eigenthümlich sind, dass eine Reihe von Krankheiten hauptsächlich oder ausschliesslich die Tropen heimsucht, während andere wieder an die gemässigten oder kalten Zonen gebunden sind, wenn auch manche andere Ursachen hier

modificirend einwirken. Bei der prädominirenden Bedeutung der Wärme für den menschlichen Organismus erscheint es geboten, die Temperaturverhältnisse hier thunlichst eingehend zu betrachten.

1. Strahlende Wärme.

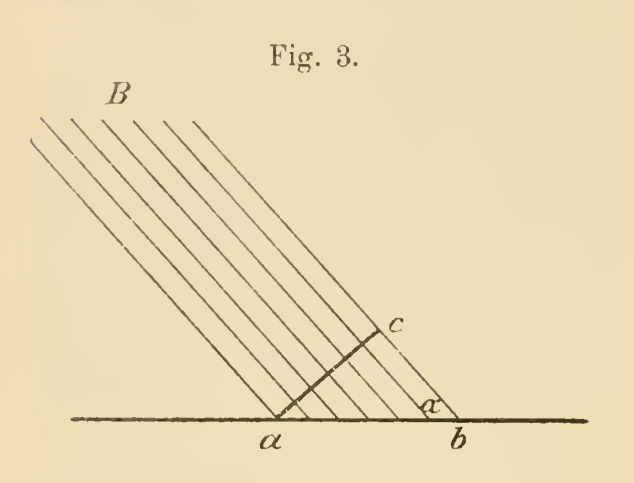
Die Luftwärme entstammt hauptsächlich der Sonne, welche ununterbrochen unserem Erdball Licht und Wärme zustrahlt. Wäre unsere Erde ohne Meer und nicht von einer Atmosphäre umgeben (wie vielleicht der Mond), so würde die Wärmevertheilung über die Erdoberfläche eine sehr gleichmässige sein, abhängig von der jedem Orte zukommenden Strahlenmenge und der Menge der ausgestrahlten Wärme; auf jedem Breitekreise würden dieselben Wärmeverhältnisse herrschen.

Die Stärke der strahlenden Wärme hängt ab zunächst von der grösseren oder geringeren Entfernung der Erde von der Sonne, und zwar ist dieselbe umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung. Nun ist die Bahn unserer Erde eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. In unserem Winter beträgt die Erdferne 19⅓, in unserem Sommer dagegen 20⅔ Mill. Meilen. Dafür ist aber zur Zeit der Sommer der Nordhemisphäre um 7 Tage länger als derjenige der Südhemisphäre, so dass eine vollständige Compensation in der Bestrahlungsmenge zwischen zwei Punkten in gleicher nördlicher und südlicher Breite besteht. Dieser Unterschied in der Stärke der Sonnenstrahlung beträgt in den extremsten Fällen, am 1. Januar und am 3. Juli (in der Sonnennähe und in der Sonnenferne), $^1/_{15}$ der gesammten Strahlung, ein Unterschied, welcher bei der Höhe der Temperaturmaxima in der Südhemisphäre zur Geltung kommt. Wegen der ungleichen Entfernung der Sonne im Jahreslaufe ist in beiden Jahreshälften die jährliche Periode der Bestrahlung nicht symmetrisch, namentlich in den Aequatorialgegenden, wo die Aenderung des Sonnenstandes wenig Unterschiede zeigt.

Die Menge und Stärke der Sonnenstrahlung ist ferner abhängig von der Sonnenhöhe und von der Strahlungsmenge (Fig. 3). Es sei B ein Strahlenbündel, welches die Fläche ab unter einem Winkel α trifft. Offenbar erhält ein Theil der Fläche ab geringere Strahlenmengen von dem Strahlenbündel B, als ein gleicher Theil der senkrecht zum Strahlenbündel stehenden Fläche ac. Mathematisch ausgedrückt ist also die Intensität der Bestrahlung

proportional dem Sinus der Sonnenhöhe. Die Mittagshöhe der Sonne nimmt mit wachsender Breite ab. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche steht die Sonne am Aequator Mittags senkrecht zur Erdoberfläche; hier ist die Bestrahlung am grössten, mit wachsender Breite nimmt sie proportional dem Sinus von 90° weniger der geographischen Breite oder proportional dem Cosinus der geographischen Breite ab. Zwischen den Wendekreisen ändert sich die Sonnenhöhe nicht sehr erheblich, und so kann die jährliche Strahlungsmenge zwischen den Wendekreisen als nahezu gleich angenommen werden, um so mehr, als auch durch die stärkere Strahlung im Sommer und die geringere im Winter ein theilweiser Ausgleich stattfindet. Für die höheren Breiten wird das Gesetz der Vertheilung der Strahlenmengen sehr verwickelt, weil, abgesehen von der wechselnden Sonnenferne, der starke Wechsel der Tageslänge, sowie die stetigen Aenderungen in der Richtung der Sonnenstrahlen von entscheidendem Einfluss sind.

Fig. 3.



Nehmen wir die an dem Tage der Tag- und Nachtgleiche am Aequator, an der Grenze der Atmosphäre bei der mittleren Sonnenferne, von der Erde empfangene Wärmesumme als Einheit an (welche, in Wärmeeinheiten [Calorien] [1]) ausgedrückt, mit Benutzung der Violle'schen Sonnenconstante 1164,25 und mit Zugrundelegung der Langley'schen 1375,11 Wärmeeinheiten beträgt), so erhalten wir als die in jedem Monat des Jahres dem 50. nördl. Breitegrade, welcher unsere Gegenden durchschneidet, zugeführte Wärmemenge (nach Angot [2])):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Einheiten	7,6	12,3	19,2	26,3	31,5	33,7	32,2	27,4	20,8	13,9	8,5	6,2	239,8

Für die verschiedenen Breitengrade und das ganze Jahr ergeben sich folgende Wärmemengen:

[1]) Unter einer Wärmeeinheit versteht man die Wärmemenge, welche erforderlich ist, 1 kg Wasser bei 0° und constantem Druck (1 Atmosphäre) um 1° C. zu erwärmen. Hier bezieht sich die Wärmeeinheit auf Gramm und 0° C. (kleine Calorie zum Unterschiede von grosser Calorie = Kilogramm und °C.).

[2]) Annales du Bureau Central météor. de France 1883, Paris 1885.

Breite	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Einheiten	350,3	345,5	331,5	307,9	276,8	239,8	199,2	166,2	150,2	145,4

Der Querschnitt des Strahlenbündels ($r^2 \pi$), welcher unserer Erde zukommt, ist gleich dem vierten Theil der Erdoberfläche ($4 r^2 \pi$). Hiervon erhält jedes Quadratcentimeter durchschnittlich jährlich (an der Grenze der Atmosphäre) 182,6 Einheiten im obigen Sinne, oder mit der Violle'schen Constante 212 600, mit der Langley'schen 251 100 Calorien.

Durch das Dazwischentreten der Atmosphäre wird ein Theil der Sonnenstrahlen absorbirt, und zwar um so mehr, je grösser der Weg ist, den die Sonnenstrahlen zurücklegen (klarer Himmel vorausgesetzt). Mit abnehmender Sonnenhöhe muss also die Stärke der Sonnenstrahlung sich verringern. Setzen wir die Höhe der Atmosphäre = 1 und den Transmissionscoefficienten = 0,75 (so dass also bei Zenithstellung der Sonne 3/4 der Wärmestrahlen durchgelassen werden), so erhalten wir für die bei wolkenlosem. klarem Wetter durchgelassene Wärmemenge:

Sonnenhöhe	0°	5°	10°	20°	30°	50°	70°	90°
Dicke der Atmosphäre	35,5	10,2	5,6	2,9	2,0	1,3	1.1	1,0
Durchgelassene Strahlenmenge	0,00	0,05	0,20	0,43	0,56	0,69	0,74	0.75

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die Strahlungsstärke zuerst rasch, dann langsam mit der Sonnenhöhe wächst. Zwischen den Wendekreisen ist also in der jährlichen Periode keine erhebliche Schwankung der Strahlungsstärke vorhanden.

In den Aequatorialgegenden steht die Sonne jahraus jahrein nahezu 12 Stunden über dem Horizont, so dass also während des ganzen Jahres Tag und Nacht fast völlig gleich bleiben. Die Erwärmung bleibt also, abgesehen von dem Einflusse der Bewölkung, an allen Tagen dieselbe, und daher giebt es am Aequator keine Jahreszeiten in unserem Sinne; höchstens unterscheidet man dort eine trockene und eine nasse Jahreszeit. Innerhalb der Gegenden des Polarkreises dagegen ist während eines Theiles des Jahres fortwährend Tag, während des anderen Theiles ununterbrochen Nacht; an den Polen selbst dauert daher der Tag ohne Unterbrechung ein halbes Jahr und ebenso lange die Nacht. Es verschwindet also in diesen Gegenden der Unterschied des Tages und der Nacht in 24 Stunden, das ganze Jahr besteht nur aus einem Tag und einer Nacht.

Im mittleren Deutschland dauert der längste Tag 16 1/2 Stunden, der kürzeste nur 7 1/2 Stunden, wobei das Verhältniss der mittägigen Stärke der Sonnenstrahlung an diesen beiden Tagen sich ungefähr wie 4 : 1 verhält. Sehen wir ab von dem Einfluss der atmosphäri-

schen Strahlenbrechung, durch welche die Tageslänge vergrössert wird, so beträgt die Dauer des längsten Tages:

12 Stunden	in	0° 0′	Breite	22 Stunden	in	65° 48′	Breite
13 „	„	16 44	„	23 „	„	66 21	„
14 „	„	30 48	„	24 „	„	66 32	„
15 „	„	41 24	„	1 Monat	„	67 23	„
16 „	„	49 2	„	2 Monate	„	69 51	„
17 „	„	54 31	„	3 „	„	73 10	„
18 „	„	58 27	„	4 „	„	78 11	„
19 „	„	61 19	„	5 „	„	84 5	„
20 „	„	63 23	„	6 „	„	90 0	„
21 „	„	64 50	„				

Die Wärmemenge, welche einem Orte am 50. Breitekreise in den einzelnen Monaten zugeführt wird bei Annahme verschiedener Transmissionscoefficienten (als Einheit gilt hier wieder der oben S. 68 angegebene Werth):

Transmissionscoefficient	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Januar	7,6	4,9	3,2	2,0	1,1
Februar	12,3	8,9	6,5	4,6	3,1
März	19,2	15,1	11,8	9,0	6,7
April	26,3	21,5	17,4	13,9	10,8
Mai	31,5	26,2	21,6	17,6	14,0
Juni	33,7	28,2	23,3	19,2	15,3
Juli	32,2	26,8	22,2	18,1	14,4
August	27,4	22,6	18,4	14,8	11,6
September	20,8	16,6	13,1	10,1	7,6
October	13,9	10,3	7,6	5,5	3,8
November	8,5	5,7	3,8	2,4	1,5
December	6,2	3,8	2,3	1,3	0,7
Jahr	239,8	190,6	151,2	118,5	90,6

Nehmen wir den Transmissionscoefficienten zu etwa 0,7 an, so erhalten wir in unseren Breiten im December so viel Wärme von der Sonne, als die Summe eines Tages, welche als Wärmeeinheit dient, beträgt, etwa 2mal so viel im Januar, und das bei völlig klarem Wetter.

Den Unterschied zwischen der strahlenden Wärme und der Lufttemperatur nehmen wir schon durch das Gefühl sehr merklich wahr, wenn wir aus dem Schatten in den Sonnenschein treten. Besonders merklich wird das Gefühl der strahlenden Wärme auf schneebedeckten Hochgebirgen, wo zu der direkten Sonnenstrahlung, welche durch die geringere Dicke der Atmosphäre verstärkt wird, noch die von den Schneeflächen reflectirte Wärme hinzukommt; man muss hier das Gesicht durch einen Schleier schützen, damit sich die Haut nicht abschält. In Davos, in einer Seehöhe von 1500 m, kann man ohne Ueberrock im freien Sonnenschein ohne Unbehagen sich aufhalten, während im Schatten Frostwetter herrscht.

Die von der Atmosphäre aufgenommene Strahlungswärme geht für die Erde nicht ganz verloren, sondern wird durch Strahlung der Erde wieder theilweise zurückgegeben. Alle in der Luft befindlichen Wassertheilchen, sowohl in fester als auch in flüssiger Form (insbesondere Wolken), fein zertheilte organische und unorganische Körper reflectiren und zerstreuen die Sonnenstrahlen nach allen Richtungen und machen so die Atmosphäre zu einer Licht- und Wärmequelle, welche bei der grossen Ausdehnung jener von ganz erheblicher Wirkung ist, insbesondere in höheren Breiten, wo wegen des grossen von den Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre zurückgelegten Weges die Absorption eine ganz beträchtliche ist.

Gemessen wird die Intensität der Sonnenstrahlung durch das Aktinometer, welches aus einem Thermometer besteht, dessen Kugel durch Russ geschwärzt und von einer möglichst luftleeren Glaskugel umgeben ist.

Den Sonnenstrahlen ausgesetzt, zeigt dieses Instrument eine um so höhere Temperatur als ein daneben aufgestelltes gewöhnliches Thermometer, je stärker die Strahlung ist. Als Thermometer mit schwarzer Kugel nimmt man gewöhnlich ein Maximumthermometer. Die Vergleichbarkeit dieser Instrumente unter einander wird dadurch sehr beeinträchtigt, dass ein absolut luftleerer Raum nicht hergestellt werden kann und die Prüfung des Verdünnungsgrades, wovon die Wirksamkeit abhängt, mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist. Gewöhnlich wird der Grad der Verdünnung durch das Verhalten des elektrischen Lichtes geprüft, welches man erhält, wenn man den elektrischen Funken durch die luftverdünnte Röhre hindurchschlagen lässt. Zu diesem Zwecke werden in dem Rohre Platindrähte eingelassen. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Angaben vieler dieser Instrumente mit der Zeit eine sehr erhebliche Aenderung erleiden, hauptsächlich dadurch, dass vielfach das Glas der Umhüllungskugel mehr oder weniger undurchlässig wird, wodurch die Vergleichbarkeit sehr beeinträchtigt wird. Selbstverständlich kann das Aktinometer auch registrirend eingerichtet werden.

Das Instrument wird frei der Sonnenstrahlung und dem Zutritt der Luft ausgesetzt. Gegenstände, welche die volle Sonnenstrahlung hemmen oder Wärmestrahlen auf das Instrument zurückwerfen, wirken störend auf dessen Angaben. Von der Maximaltemperatur, welche das Aktinometer angiebt, wird die Maximaltemperatur der Luft abgezogen, und so erhält man gewissermassen ein Maass für die Sonnenstrahlung. Indessen giebt das Instrument selbstverständ-

lich nur das Maximum der Sonnenstrahlung an, nicht aber den Verlauf derselben.

Einen sehr brauchbaren Apparat zur Messung der Sonnenstrahlung hat Crova construirt. Der Apparat besteht aus einem thermoelektrischen Element in einem Zinncylinder, dessen Achse durch eine parallaktische Bewegung gegen die Sonne gerichtet bleibt. Die Bewegung der Galvanometernadel wird photographisch registrirt. „Im Sommer wächst die Strahlung vom Aufgange der Sonne an bis gegen 9 oder 10 Uhr, wo sie oft zu einem Maximum ansteigt, darauf oscillirt sie lebhaft und erreicht zur Zeit der grössten Tageswärme ihr (relatives) Minimum. Sie wächst darauf bis 4 Uhr, ohne jedoch bis zum Maximum des Morgens zu kommen, und nimmt dann allmählich bis zum Untergang der Sonne ab.“

„Die zartesten Wolken, die geringsten atmosphärischen Vorgänge spiegeln sich als Oscillationen der Kurve ab, und diese giebt somit ein getreues Bild des Tages. Die fortwährenden Oscillationen stehen in auffallendem Gegensatze zu der scheinbaren Gleichmässigkeit des Sonnenlichtes, besonders an klaren, ruhigen Tagen.“

Die strahlende Wärme, welche entweder direkt oder durch Reflexion einem Orte zugeführt wird, ist von hoher Bedeutung sowohl für die Entwickelung der Vegetation (beispielsweise für das Reifen der Früchte), als auch für unser Wohlbefinden, insbesondere für kranke oder schwächliche Personen beim Aufenthalt im Freien zur winterlichen Jahreszeit. Ausserdem wird durch das Sonnenlicht die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen gehemmt oder ganz aufgehoben. Dieser günstigen Wirkung einer kräftigen Bestrahlung mit grosser Ruhe der Luft verdanken eine grosse Anzahl unserer hochgelegenen klimatischen Kurorte ihren Ruf als Winterzufluchtsstätten, wo man sich trotz strenger Winterkälte ganz behaglich im Freien aufhalten kann. Hierbei spielt nun auch die Wärmereflexion eine ganz besondere Rolle, indem Wasserflächen und die dieselben umgebenden Bergabhänge nach der Umgebung Wärme zurückwerfen. In dieser Weise wird am Rhein und am Genfer See durch die reflectirte Wärme das Reifen der Trauben nicht unerheblich gefördert. Nach Dufour ist am Genfer See das Verhältniss der direkten strahlenden Wärme zur reflectirten:

Sonnenhöhe ca.	4°	7°	16°
Reflectirte Wärmemenge in Procenten der direkten	68%	40—50%	20—30%

Also ist bei niedrigem Sonnenstande der Procentsatz der reflectirten Wärme am grössten, wie am Morgen und Abend und in der kälteren Jahreszeit. Interessant sind folgende Messungen, welche Frankland anstellte. Zu Pontresina zeigte ein der Strahlung ausgesetztes Thermometer, auf weissem Papier als Unterlage, 10 Fuss von einer weissen Wand 38,7 °, über einer benachbarten Wiese 27,7 ° C. Zu Alumbay auf der Insel Wight ergaben sich 31,2° als direkt eingestrahlte und vom Wasser reflectirte Wärme, dagegen bei direkter Strahlung allein nur 15,7 ° C. Am Züricher See im ersteren Falle 34,0 °, im letzteren, eine englische Meile (1609 m) vom See entfernt, 31,5 ° C.

Der Wärmeeinstrahlung steht die Wärmeausstrahlung gegenüber, wodurch die Körper an ihren freien Oberflächen während der Nacht unter die Temperatur der Luft sich abkühlen. Diese Erkaltung ist insbesondere in klaren Nächten an der Erdoberfläche oft sehr bedeutend, wobei die untersten, dem Erdboden unmittelbar aufliegenden Luftschichten erheblich niedrigere Temperaturen zeigen als die in einiger Höhe über dem Boden befindlichen. Die Temperatur am Erdboden wird gemessen, indem man ein Minimumthermometer unmittelbar auf den kahlen Erdboden legt; vergleicht man seine Angaben mit den niedrigsten Temperaturen in einer Höhe von etwa 1 bis 2 m über dem Erdboden, so findet man, dass der Unterschied in hohem Grade abhängig von den Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft ist, so dass in sehr trockenen Klimaten schon bei einer Lufttemperatur (in etwa 1 bis 2 m Höhe) von etwa 5 °, Reifbildung am Boden vorkommen kann, in unseren mässig feuchten Gegenden bei 2 bis 3 ° C.

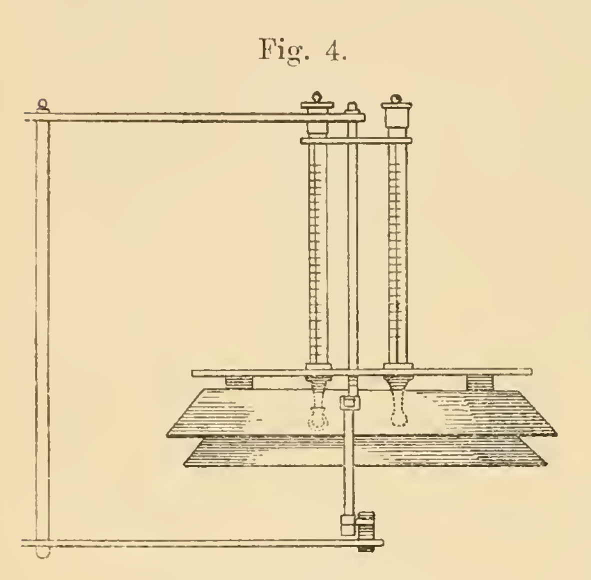
2. Die Luftwärme.

Die der Erdoberfläche zugestrahlte Wärme theilt sich zunächst der ihr aufliegenden Luftschichte mit, theils durch Leitung, theils durch Strahlung, pflanzt sich dann von Schicht zu Schicht fort und wird durch die Luftströmungen von Ort zu Ort weggetragen. Diese Wärme, die Luftwärme, ist für alles organische Leben von der grössten Bedeutung, und daher müssen wir sie thunlichst ausführlich betrachten. Zunächst wollen wir die Frage erörtern, was man unter der wahren Temperatur der Luft eigentlich versteht, und wie dieselbe bestimmt werden kann.

Die wahre Temperatur der Luft ist nicht gerade diejenige,

welche ein im Schatten aufgehängtes Thermometer zeigt, sondern vielmehr diejenige, welche die Luft an irgend einer Stelle der Atmosphäre besitzt, frei von jeglicher Beeinflussung durch die Strahlung anderer Körper. Da nun aber bei einem, Strahlungseinflüssen ausgesetzten Thermometer sowohl das Quecksilber als die es umhüllende Glaskugel von der Luft abweichende thermische Verhältnisse zeigen und die Stärke der Luftbewegung die Temperaturangaben beeinflusst, so kann es sich nur noch darum handeln, eine möglichst grosse Annäherung an die wirklichen Verhältnisse zu erzielen. Es wird sich nun zunächst empfehlen, ein Thermometer mit sehr kleiner Kugel zu nehmen und diese mit einer möglichst grossen Menge von Strahlungseinflüssen freier Luft in Berührung zu bringen. Dieses kann erreicht werden durch das Schleuderthermometer, welches an einem beschatteten Platze und geschützt vor Benetzung durch Regen und Schnee Angaben liefert, die den wahren Lufttemperaturen sehr nahe kommen, oder noch besser durch das Assmann'sche Aspirationsthermometer, bei welchem die Thermometer durch einen starken Luftstrom umspült werden, so dass man direkt die Angabe der wahren Lufttemperatur erhält. Beschirmungen hemmen die Luftbewegung, und da ihre Temperatur nur langsam der Lufttemperatur folgen kann, so müssen diese störend auf die Angaben des Thermometers wirken. Ich glaube die Ansicht aussprechen zu können, dass die Temperaturangaben um so mehr von der Wahrheit entfernt sind, je massenhafter die Schutzvorrichtungen des Thermometers sind, insbesondere dann, wenn direkte oder indirekte Strahlung stattfindet. Ich möchte daher empfehlen, die Thermometer bei Ausschluss der Benetzung durch Regen oder Schnee, sowie aller direkt eingestrahlter und zurückgestrahlter Wärme so aufzustellen, dass die Luft möglichst freien Zutritt hat, wobei die Höhe über dem Erdboden nicht allzu niedrig sein darf. Sehr gut eignet sich die Vorrichtung, welche von Köppen vorgeschlagen und durchgeführt ist, nämlich eine ganz

Fig. 4.

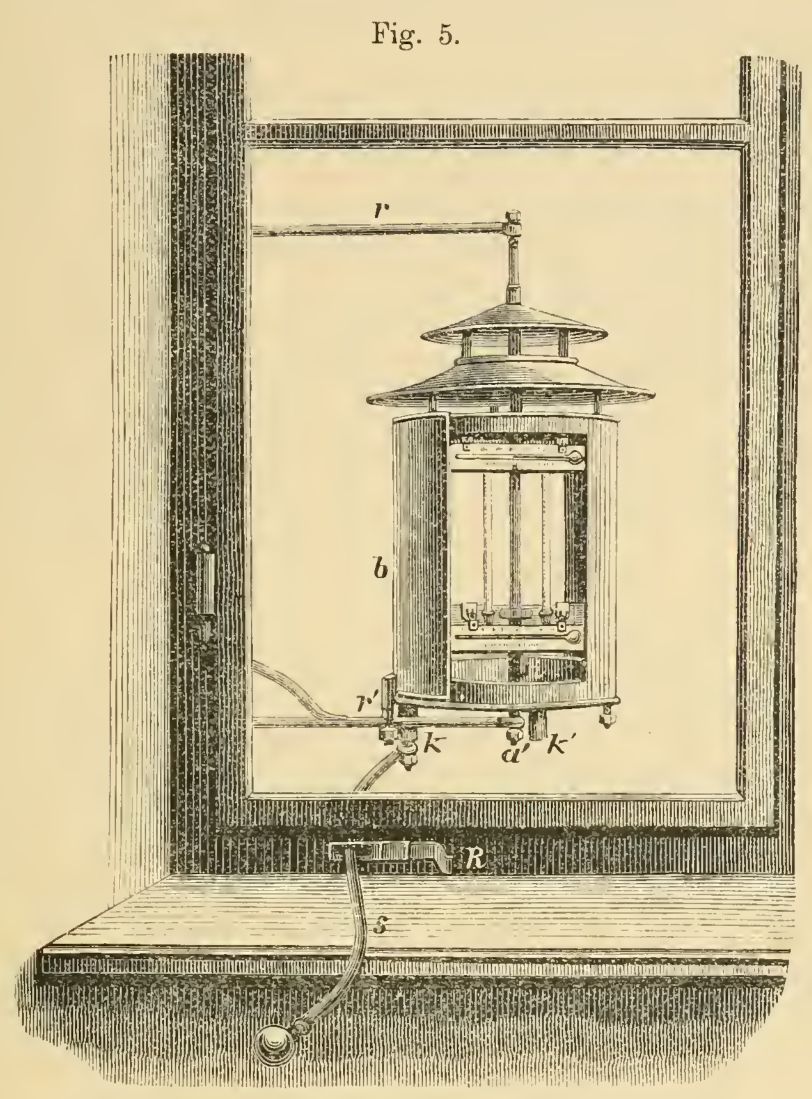


Thermometeraufstellung.

einfache Jalousienvorrichtung, die nur dazu dienen soll, die Niederschläge abzuhalten. Die Fig. 4 illustrirt diese einfache Vorrichtung.

Sollen neben dem Psychrometer auch noch die Extremthermometer (Maximum- und Minimumthermometer) Aufstellung finden, so ist allerdings ein grösseres Gehäuse erforderlich. Fig. 5 zeigt

Fig. 5.



Thermometergehäuse.

eine solche Vorrichtung, welche an vielen deutschen Stationen in Gebrauch ist.

Das Thermometergehäuse ist an der Nordseite des Gebäudes in der Nähe des Fensters angebracht. Der Blechcylinder ist doppelt und durchbrochen, damit die Luft möglichst freien Zutritt hat. Ausserdem ist eine eigene Schiebvorrichtung angebracht, welche ermöglicht, das Gehäuse in die zur Ablesung günstige Lage zu bringen, ohne das Fenster zu öffnen. Die Figur zeigt das Gehäuse geöffnet und zur Ablesung vorbereitet. Entfernt man das Gehäuse durch den

Arm *s* vom Fenster, so schliesst sich dasselbe gleichzeitig, so dass es jetzt vor Strahlung allseitig geschützt ist (vorausgesetzt, dass die Wärmereflection vom Boden vermieden ist). Das Gehäuse enthält vier Thermometer, und zwar zwei senkrecht aufgestellte, von welchen das eine an der Kugel mit Musselin umwickelt ist, so dass dieselbe feucht erhalten wird (Psychrometer, siehe Seite 19 Fig. 1) und, wagrecht aufgehängt, ein Maximum- und ein Minimumthermometer, deren Einrichtung hier als bekannt vorausgesetzt werden muss.

An mehreren meteorologischen Stationen des Preussischen meteorologischen Institutes kommen Holzjalousiegehäuse („englische Hütten") zur Verwendung, welche frei den Einwirkungen der Sonnenstrahlen ausgesetzt sind. Diese Einrichtung giebt ganz gute und vergleichbare Angaben in Bezug auf die Mittelwerthe. Für die verschiedenen Tagesstunden dürften die Einzelangaben bei allen Beschirmungen unter Umständen mehr oder weniger erheblich von der wahren Lufttemperatur abweichen, je nach deren Massenhaftigkeit und ihrer Exposition.

Temperaturabnahme mit der Höhe.

Die allgemein bekannte Thatsache, dass die Lufttemperatur mit wachsender Höhe abnimmt, hat insofern eine hygienische Bedeutung, als die klimatischen Verhältnisse einer Gegend, je nach der Höhenlage, mehr oder weniger geändert werden, so dass man zwischen einem Klima der Höhe und einem der Niederung unterscheiden kann. Der Grund der Temperaturabnahme mit der Höhe liegt darin, dass die Wärmemenge, welche die Erdoberfläche durch Sonnenstrahlung erhält, sich zunächst den unmittelbar aufliegenden Luftschichten sowohl durch Leitung als auch durch Strahlung mittheilt. Diese Verbreitung der Wärme nach oben könnte indessen an und für sich keine rasche sein, wenn sie nicht durch aufsteigende Luftströme, welche überall dort entstehen, wo eine stärkere Erwärmung der Erdoberfläche stattfindet, bewirkt würde. Dabei ist nun aber zu bedenken, dass die aufsteigenden Luftmassen mit wachsender Höhe unter einen geringeren Druck kommen, sich also der Erhebung über die Erdoberfläche proportional ausdehnen müssen, bei welchem Vorgange eine Abkühlung stattfindet und zwar bei völlig trockener Luft für je 100 m Aufstieg um nahezu 1 ° C.; bei feuchter Luft ist die Abnahme geringer, da diese sich immer mehr dem Sättigungspunkte nähert und bei der Verdichtung

Wärme frei wird, welche die Abkühlung verlangsamt oder aufhebt. Indessen ist diese Temperaturabnahme mit der Höhe keineswegs regelmässig. Nicht selten, insbesondere wenn zur Winterszeit unter dem Einflusse eines Hochdruckgebietes ruhiges, kaltes und klares Wetter herrscht, nimmt die Wärme mit der Höhe nicht ab, sondern zu, so dass im Hochgebirge oft verhältnissmässig milde Witterung, dagegen in den niederen Lagen strenge Winterkälte herrscht. Beträgt die vertikale Wärmeabnahme 1^0 pro 100 m Erhebung, so befindet sich die Luft im indifferenten Gleichgewichte, dagegen im stabilen, wenn jener Betrag kleiner, und im labilen, wenn derselbe grösser ist.

In der folgenden Tabelle geben wir die von Hann und Wild gefundenen mittleren Werthe der Wärmeabnahme mit der Erhebung für je 100 m für einige Gebirge neben einander. Es zeigt sich, dass die grösste vertikale Wärmeabnahme auf die wärmsten Monate des Jahres und die geringste auf die kältesten Monate des Jahres entfält. Die rasche Zunahme der vertikalen Wärmeabnahme in den Frühlingsmonaten kennzeichnet das rasche Steigen der Frühlingstemperatur in der Niederung (vgl. unten).

Temperaturabnahme mit der Höhe für je 100 m.

	Südl. Schweiz 46° n. B.	Nördl Schweiz 47° n. B.	Schafberg	Rauhe Alb 48,4° n. B.	Erzgebirge 50,6° n. B.	Harz 51,8° n. B.	Ben Nevis (Schottland)	Kaukasus		Hongkong	Ceylon
								südlich	nördlich		
Dec.	0,44*	0,26*	0,30	0,15*	0,56	0,41	0,61	0,30	0,44*	0,53*	0,57*
Jan.	0,45	0,28	0,22*	0,21	0,37*	0,33*	0,62	0,34	0,45	0,54	0,58
Febr.	0,53	0,48	0,33	0,41	0,47	0,55	0,66	0,36	0,53	0,56	0,58
März	0,62	0,61	0,54	0,52	0,63	0,66	0,73	0,37	0,62	0,63	0,58
April	0,64	0,66	**0,89**	0.53	0,69	0,68	0,75	0,54	0,64	0.76	0,57
Mai	0,66	**0,67**	0,60	0,54	**0,70**	0,67	**0,75**	0,54	0,66	0,90	0,59
Juni	**0,67**	0,61	0,60	**0,59**	0,66	**0,71**	0,72	**0,56**	**0,67**	**0,99**	0,61
Juli	**0,67**	0,64	0,56	0,57	0,68	**0,71**	0,67	0,54	**0,67**	0,97	**0,62**
Aug.	0,64	0,57	0,54	0,48	0,68	0,67	0,67	0,54	**0,67**	0,86	**0,62**
Sept.	0.60	0,53	0,51	0,43	0,61	0,58	0,66	0,47	0,60	0,72	0,60
Oct.	0,56	0,47	0,27	0,37	0,51	0,52	0,65	0,44	0,56	0,61	0,59
Nov.	0,51	0,40	0,28*	0,47	0,55	0,43	0,57*	0,22*	0,51	0,55	0,58
Jahr	0,583	0,515	0,455	0.438	0,592	0,576	0,68	0,43	0,58	0.720	0,590

Ausser der jährlichen giebt es aber auch eine tägliche Periode der Wärmeabnahme mit der Höhe, wie folgende Tabelle nach

Glaisher zeigt, welche sich auf Beobachtungen im Ballon captiv beziehen (Original umgerechnet in Meter und 0° C.):

Wärmeabnahme mit der Höhe.

Höhe m	Heiteres Wetter						Wolkiges Wetter				
	10—11h a. m.	3—4h p. m.	4—5h p. m.	5—6h p. m.	6—7h p. m.	7—7½h p. m.	3—4h p. m	4—5h p. m.	5—6h p. m.	6—7h p m.	7—7½h p. m.
0— 32	0,66	0,83	0,61	0,50	0,28	0,00	0,76	0,76	0,33	0,28	0,28
33— 65	0,50	0,44	0,39	0,33	0,28	0,06	0,50	0,33	0,33	0,33	0,28
66— 98	0,50	0,44	0,39	0,33	0,28	0,17	0,50	0.28	0,33	0,28	0,28
99—130	0,50	0,39	0,33	0,33	0,28	0,22	0,33	0,33	0,33	0,28	0,22
131—162	0,44	0,33	0,33	0,33	0,28	0,17	0,22	0,22	0,28	0,22	0,28
163—195	0,44	0,28	0,28	0,28	0,22	0,17	0,22	0,22	0.28	0,28	0,22
196—227	0,39	0,28	0,28	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,28	0,22	0,22
228—260	0,39	0,28	0,22	0,22	0,22	0,22	0.28	0,22	0,28	0,28	0.28
261—292	0,33	0,28	0,22	0,22	0,22	0,17	0,22	0,22	0,28	0,28	0,28
293—325	0,28	0,22	0,22	0,17	0,17	0,11	0,28	0,22	0,22	0,22	0,28

Die Wärmeabnahme in der freien Atmosphäre ist hiernach am Erdboden um die Mittagszeit am grössten und wird nach dem Abend hin rasch geringer, bei heiterer Witterung sinkt sie in den tieferen Luftschichten auf 0°, so dass hierdurch die Umkehrung der Wärmeabnahme mit der Höhe angedeutet ist.

Ein allgemein gültiges Gesetz für die vertikale Wärmeabnahme ist bis jetzt noch nicht aufgefunden worden, so wünschenswerth dieses auch für Theorie und Praxis wäre. —

Periodische Aenderungen der Temperatur.

a) Die tägliche Periode der Lufttemperatur.

Die irgend einem Orte der Erde durch die Sonnenstrahlung zugeführte Wärmemenge ist hauptsächlich abhängig von der Tages- und Nachtzeit; dementsprechend zeigt auch die Luftwärme eine tägliche und eine jährliche Periode, welche wieder von unperiodischen Schwankungen mehr oder weniger modificirt wird.

Was zunächst die tägliche Periode der Lufttemperatur betrifft, so zeigt schon eine oberflächliche Beobachtung, dass am Vormittage in der Regel die Temperatur steigt, etwas nach Mittag ihren höchsten Stand erreicht, dann wieder abnimmt, zuerst langsam, dann bis zum Abend rascher und am Morgen um die Zeit des Sonnenaufganges ihr Minimum erreicht. Indessen zeigen sich mannigfache Abweichungen von dieser allgemeinen Regel, die namentlich durch den Wind oder den Lufttransport verursacht werden. Um den

durchschnittlichen Gang der Temperatur in der täglichen Periode zu finden, beobachtet man längere Zeit hindurch allstündlich das Thermometer. Wenn man nun für einen bestimmten Monat und für eine bestimmte Stunde alle Beobachtungen addirt und die Summe durch die Anzahl der Beobachtungen dividirt, so erhält man die mittlere Temperatur für die betreffende Stunde und den betreffenden Monat, und so bestimmt man auch das Mittel der übrigen Tagesstunden. Das Gesammtmittel aus allen 24 Stunden giebt das Tagesmittel der Temperatur. Der Gang der Tagestemperatur ändert sich aber mit dem Wechsel des Sonnenstandes im Laufe des Jahres, und daher ist es nothwendig, den täglichen Temperaturgang in der Jahresperiode für kürzere Zeitabschnitte des Jahres, wenigstens für die einzelnen Monate zu berechnen. An den wenigsten meteorologischen Stationen werden stündliche Aufzeichnungen gemacht, und so begnügt man sich meist damit, neben den Angaben der Extremthermometer, die Mittelwerthe aus den an einigen bestimmten Stunden des Tages, T e r m i n e n, gemachten Beobachtungen zur Ableitung des täglichen Ganges der Temperatur und der mittleren Tagestemperaturen zu benutzen, wobei die mehrjährigen stündlichen Mittel anderer möglichst nahe gelegener Stationen als Grundlage dienen.

Die Schwankungen der Temperatur in der täglichen Periode sind weder für die verschiedenen Jahreszeiten noch für die verschiedenen Orte gleich, sondern je nach Umständen ausserordentlich mannigfaltig. Es gelten hierfür folgende Gesetze:

Die Grösse des Temperaturunterschiedes der wärmsten und kältesten Tagesstunden (A m p l i t u d e) wächst mit zunehmender Tageslänge, wobei der Eintritt des Maximums sich immer mehr verspätet. In der Nähe des Aequators ist die Schwankung unter sonst gleichen Umständen am grössten, nach den Polen hin werden die Schwankungen im Jahresdurchschnitte geringer, bis sie an den Polen ganz verschwinden, denn hier verschwindet auch der 24stündige Tag und wird zum Jahre. Während in den tropischen Gegenden die Amplituden jahraus jahrein unter einander nur geringe Unterschiede aufweisen, zeigen sie in höheren Breiten je nach der Jahreszeit ganz verschiedene Werthe, so dass sie beispielsweise in unseren Gegenden in den Sommermonaten grösser sind als in den Tropen, dagegen in der Winterszeit sehr stark zurücktreten.

Die Unterlage hat auf die tägliche Wärmeschwankung einen bedeutenden Einfluss. Das Wasser erwärmt und kühlt sich viel langsamer ab als das Festland, ebenso auch die über dem Wasser

lagernden Luftschichten, und mithin ist auch die Amplitude der Luftwärme über dem Meere geringer als diejenige auf dem Continente. In den mittleren Theilen des Oceans beträgt die Amplitude kaum 2°, während sie in den Wüstengegenden niederer und mittlerer Breiten, so in der Sahara, in Inneraustralien und in den Hochebenen Asiens und Nordamerikas auf 20° bis 30° steigen kann. Dabei fällt das Maximum der Tagestemperatur auf den Oceanen etwa 1 bis 2 Stunden nach Mittag, während es im Innern der Continente etwas später eintritt.

Während Thäler, Mulden und Schluchten die Amplituden im allgemeinen vergrössern, wird dieselbe durch Hügel und Berge abgeschwächt und zwar um so mehr, je grösser das Verhältniss der vertikalen Ausdehnung zur horizontalen ist. Ebenso wie auf dem Meere ist die Amplitude auf freien Bergesgipfeln und in der freien Atmosphäre geringer als in der Niederung; dabei nähert sich der Eintritt des Maximums der Mittagszeit. —

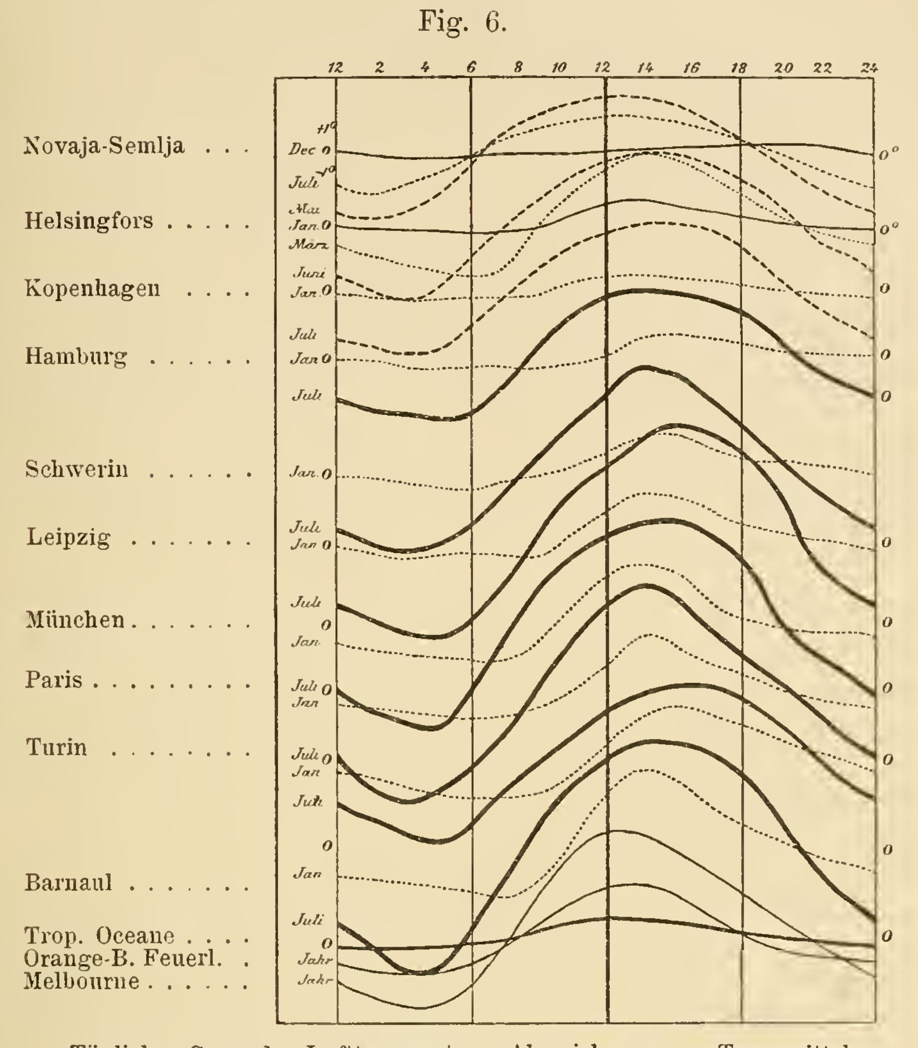
Der Einfluss der Bewölkung auf die täglichen Amplituden ist so hervorragend, dass dadurch oft der der Tageslänge entsprechende erheblich übertroffen wird (vgl. Tabelle S. 81). Für mittlere und höhere Breiten ist aber die Bewölkung ein sehr veränderliches Element, und daher ist verständlich, dass schon aus diesem Grunde die Grössen der Amplituden zwischen so weiten Grenzen liegen.

Amplituden der täglichen Temperaturoscillationen.

	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November
Seichte Bay, N.Seml.	0,7	0,4	1,2	2,6	5,2	**6,2**	3,9	3,1	2,6	2,2	0,9	0,7
Ochotsk . . .	2,3	2,7	5,0	9,7	**10,6**	7,0	6,9	5,7	5,6	5,0	5,1	4,1
Barnaul . . .	3,5	3,5	7,9	9,8	9,0	10,4	**10,7**	10,6	10,5	10,2	7,3	4,5
St. Petersburg .	0,8	1,3	2,7	4,9	5,7	**7,1**	6,5	6,2	6,2	4,0	2,7	1,8
Moskau	1,2	1,7	3,4	4,6	5,2	6,9	7,3	**7,5**	7,2	5,8	4,3	2,0
Odessa	2,6	3,1	3,8	5,1	7,3	8,1	**9,1**	9,0	8,9	7,7	5,3	3,8
Kopenhagen . .	0,9	1,0	2,2	3,4	4,7	**6,0**	**6,0**	5,9	5,6	4,4	2,7	1,4
Stettin	2,0	1,8	2,9	4,6	7,0	**8,8**	7,6	7,6	8,2	6.8	4,3	2,1
Oxford	2,0	2,1	2,9	4,9	7,0	8,0	7,8	**8,3**	7,7	6,7	4,7	3,0
München . . .	3,6	4,4	5,6	7,4	9,4	9,7	9,8	**10,0**	9,6	9,0	7,3	4,2
Bern	3,4	4,2	6,7	5,7	8,6	9,2	8,8	**9,4**	8,4	9,2	5,5	4,3
Madrid	6,0	7,2	9,6	9,7	11,7	11,6	13,1	**14,5**	14,0	12,2	9,6	8,6
	Winter			Frühling			Sommer			Herbst		
Sonnblick . . .	1,0			1,8			2,0			1,2		
St. Bernhard . .	2,5			5,6			5,6			3,6		
Obir	2,5			3,1			4,5			2,6		

Die vorstehende Tabelle sowie das folgende Diagramm geben einige Anhaltspunkte über die Grösse der täglichen Temperaturschwankungen in den einzelnen Monaten des Jahres für einige verschieden gelegene Stationen:

Fig. 6.



Täglicher Gang der Lufttemperatur. Abweichung vom Tagesmittel.

Die Tabelle auf S. 82 veranschaulicht für Hamburg den Einfluss der Bewölkung (0 = wolkenlos, 10 = bedeckt) auf die tägliche Amplitude der Temperatur (eingeklammerte Zahlen wegen zu geringer Anzahl von Beobachtungen unsicher) [1].

Je geringer die Bewölkung, desto grösser die Amplitude, insbesondere in der wärmeren Jahreszeit. Im Juni entsprechen:

einer mittleren Bewölkung von 4,2 eine Amplitude von 8,01°
„ „ „ „ 5,5 „ „ „ 7,66°
„ „ „ „ 6,5 „ „ „ 6,55°
„ „ „ „ 7,2 „ „ „ 6,02°.

[1]) Vergl. van Bebber: „Die tägliche und jährliche Periode der Temperatur zu Hamburg“, Annalen d. Hydrogr. u. Marit. Met. 1893, S. 484 ff.

Also bei einer mittleren Abnahme der Bewölkung um 30 % kann man im Juni durchschnittlich eine Zunahme der Amplitude um 2 ° erwarten.

Einfluss der Bewölkung auf die tägliche Amplitude der Temperatur.

Mittl. Bewölkung	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November
4,0—5	—	—	(5,05)	(5,68)	—	(7,88)	8,01	—	7,20	6,58	—	—
5,1—6	—	(2,08)	—	4,86	7,09	7,61	7,66	7,01	(6,64)	6,40	—	—
6,1—7	1,70	2,29	2,99	4,10	5,81	6,30	6,55	6,14	5,84	5,07	4,08	1,46
7,1—8	1,60	1,57	2,83	4,14	4,99	—	6,02	5,41	4,88	4,68	3,29	2,23
8,1—9	1,16	1,18	1,94	(4,03)	—	—	—	(4,41)	—	—	(4,71)	2,38
Mittel der Amplit.	1,36	1,75	2,83	4,28	6,24	7,12	6,81	5,82	5,69	5,56	3,62	2,34
Mittel der Bewölk.	8,1	7,3	7,2	6,6	6,3	5,8	6,1	6,8	6,6	6,1	7,3	7,5

Von nicht minder grosser Bedeutung für den täglichen Gang der Temperatur ist der Lufttransport, welcher durch die Winde hervorgebracht wird, und den wir weiter unten in Bezug auf seine thermischen Wirkungen noch ausführlicher zu besprechen haben. Nicht selten wird durch diese Ursache der tägliche Wärmegang verwischt, ja völlig umgekehrt.

b) Die jährliche Periode der Temperatur.

Das wahre Tagesmittel der Temperatur wird, wie bereits oben erwähnt wurde, aus 24stündigen Mitteln in der Weise abgeleitet, dass man die Summe der Beobachtungswerthe durch 24 dividirt. Erfahrungsmässig kann man aber diesen Mittelwerth auch schon aus 3 Beobachtungen an zweckmässig gewählten Terminen ziemlich genau finden, indem man deren Summe durch 3 dividirt und dann noch eine kleine, durch Vergleichung mit den 24stündigen Mitteln erhaltene, Correction anbringt. Auch das Mittel aus der höchsten und niedrigsten Temperatur am Tage giebt angenähert die mittlere Tagestemperatur.

Es kommen folgende Combinationen zur Anwendung (h bedeutet Stunde (Uhr), a = Zeit vor Mittag, p = Zeit nach Mittag):

I. $\frac{1}{3}$ (6a + 2p + 10p)
II. $\frac{1}{4}$ (7a + 2p + 2.9p)
III. $\frac{1}{3}$ (7a + 2p + 9p)
IV. $\frac{1}{3}$ (7a + 1p + 9p)
V. $\frac{1}{2}$ (8a + 8p)
VI. $\frac{1}{3}$ (8a + 2p + 8p)
VII. $\frac{1}{2}$ (Max. + Min.)

Addirt man alle Mitteltemperaturen der Tage eines Monats und dividirt die Summe durch die Anzahl der Monatstage, so erhält man (nach Anbringung einer etwaigen Correction) die mittlere Temperatur des Monats. Vergleicht man die Mitteltemperaturen der 12 Monate mit einander, so erhält man dadurch ein übersichtliches Bild über den mittleren jährlichen Gang der Temperatur.

Ein noch detaillirteres Bild der letzteren geben die Mitteltemperaturen von je 5 Tagen (Pentaden, in Schaltjahren tritt an die Stelle der letzten Februar-Pentade ein 6tägiger Zeitraum), deren 73 auf ein Jahr kommende Werthe man neben einander stellt.

Die Summe der 12 Mitteltemperaturen der einzelnen Monate, dividirt durch 12, giebt die mittlere Temperatur des Jahres.

Will man aber nicht blos den Verlauf der Wärmeänderungen während eines einzigen bestimmten Jahres, sondern den durchschnittlichen Verlauf überhaupt kennen lernen, so muss man diese Bestimmungen eine grössere Reihe von Jahren hindurch fortsetzen und aus den für die sämmtlichen Jahre erhaltenen Ergebnissen wieder die Mittelwerthe nehmen.

Um die Aenderungen der Temperaturen während einer längeren Reihe von Jahren übersichtlich zu machen, berechnet man auch Mitteltemperaturen für fünfjährige Zeiträume (Lustra, z. B. 1886/90, 1891/95 etc.).

Unter Amplitude der jährlichen Periode versteht man den Temperaturunterschied des durchschnittlich wärmsten und kältesten Tages im Jahre. Da jedoch die durchschnittlichen Aenderungen der Temperatur in den extremen Monaten sehr gering sind, so nimmt man der Einfachheit wegen als Amplitude den Wärmeunterschied des wärmsten und kältesten Monats.

Der Gang der Wärme in der jährlichen Periode ist, wie bei der täglichen, ein einfacher, es existirt nur ein Minimum und ein Maximum; das erstere fällt in der nördlichen Hemisphäre fast überall in den Januar oder Februar, das letztere in den Juli oder August, also beide nach dem tiefsten oder höchsten Sonnenstande. Für die südliche Hemisphäre fällt das Maximum in den Januar oder Februar, das Minimum in den Juli oder August, so dass der nordhemisphärische Winter dem südhemisphärischen Sommer entspricht, und umgekehrt.

Die Grösse der Wärmeschwankung in der jährlichen Periode ist hauptsächlich abhängig von der geographischen Breite, von der Erhebung über der Erdoberfläche und von der maritimen oder continentalen Lage. Unter dem Aequator ist die jährliche Schwankung

unter sonst gleichen Umständen am geringsten, sie nimmt zu, je weiter man sich polwärts entfernt, also umgekehrt wie in der täglichen Wärmeperiode. Aber wegen des verschiedenen Verhaltens von Land und Meer, wegen mannigfacher Unterschiede in den orographischen und Vegetationsverhältnissen, zeigen sich zahlreiche und erhebliche Abweichungen, so dass der Einfluss der geographischen Breite vielfach unmerklich ist. Während im Innern der Kontinente die jährlichen (und täglichen) Schwankungen eine grosse Amplitude zeigen, also heisse Sommer und strenge Winter (continentales Klima), sind auf dem Meere und an den Meeresküsten die Schwankungen gering, wir haben dort kühle Sommer und milde Winter (oceanisches Klima). Ebenso wie durch das Meer und die Meeresnähe wird auch mit wachsender Erhebung die jährliche Schwankung abgeschwächt (vgl. Tabelle I und II auf Seite 85).

In unseren Gegenden erreicht die Temperatur ihr Minimum durchschnittlich etwa am 20. Januar, ihr Maximum etwa am 20. Juli, etwas früher in den continental gelegenen, etwas später in den maritim gelegenen Gegenden.

Die Zunahme der Schwankung mit der geographischen Breite erklärt sich aus der mit der Breite wachsenden Veränderlichkeit der Tageslänge und der Erwärmung in den einzelnen Monaten. Die abschwächende Wirkung der grösseren Seehöhe hat ihren Grund darin, dass hier die Unterlage, welche erwärmend oder abkühlend auf die Luft wirken könnte, nicht (in der freien Atmosphäre), oder doch in geringerem Maasse (insbesondere auf Berggipfeln) als in der Niederung vorhanden ist.

Das Meer erwärmt sich viel langsamer als das Festland, ein grosser Theil der von der Sonne gespendeten Wärme wird auf die Verdunstung verwendet. Ausserdem ist auf dem Meere und in der Meeresnähe die Bewölkung und die Nebelhäufigkeit grösser als auf dem Festlande und daher die starken Abstumpfungen der Sommerwärme. Dagegen behält das Meer die einmal aufgenommene Wärme länger als das Festland, das an der Oberfläche abgekühlte Wasser sinkt abwärts und wird durch wärmeres ersetzt und daher ist das Meer ein natürliches Wärmemagazin, welches die Strenge des Winters mässigt (wobei allerdings die Strömungsverhältnisse in Betracht kommen).

Um den Einfluss der maritimen und continentalen Lage auffällig hervortreten zu lassen, habe ich eine Reihe von Stationen in der Nähe des 52. Breitegrades so gewählt (siehe S. 85 Tabelle I), dass dieselben, von West nach Ost fortschreitend, in einem Streifen liegen,

welcher in der Nähe des 52. Breitegrades quer durch den europäisch-asiatischen Continent verläuft. Die stetige Zunahme der Amplitude nach Osten hin ist hier ausserordentlich deutlich ausgesprochen.

Die Amplitude wächst bis nach dem äussersten Osten Asiens hin, in Nertschinsk (Hüttenwerk) hat sie 48° erreicht, zu Werchojansk 66°; dann weiter ostwärts nimmt sie wieder ab, am Amur beträgt sie noch 40°, und auf Kamtschatka ist sie auf 23° herabgesunken.

	Seehöhe in m.	Jan.	April	Juli	Oct.	Jahr	Amplitude
				I.			
Valentia, Irland	7	6,1	9,6	15,6	11,6	10,2	9,5
Greenwich	48	3,5	9,5	17,7	11,1	10,3	14,2
Hamburg	26	— 0,4	7,6	17,3	8,9	8,5	17,7
Brocken	1142	— 5,4	0,7	10,7	4,0	2,4	16,1
Berlin	48	— 0,8	8,5	18,8	9,7	9,0	19,6
Theodulpass	3300	— 12,7	— 8,2	1,7	— 4,8	— 6,4	14,4
Warschau	120	— 4,5	7,3	18,8	8,1	7,4	23,3
Kursk	210	— 10,2	4,9	19,6	5,8	5,0	29,8
Orenburg	110	— 15,3	3,2	21,6	3,8	3,3	36,9
Akmolinsk	310	— 18,2	1,8	20,4	2,0	1,5	38,6
Semipalatinsk	180	— 18,2	3,2	22,5	3,0	2,4	40,7
Irkutsk	460	— 20,1	2,4	18,6	1,1	0,0	38,7
Nertschinsk, Hüttenw.	660	— 29,4	— 0,6	18,4	— 1,7	— 3,7	47,8
Werchojansk	50	— 51,7	— 15,1	14,5	— 13,9	— 17,1	66,2
Nikolajewsk a. Amur	20	— 23,2	— 3,2	16,5	1,5	— 2,7	39,7
Petropawlowsk	10	— 8,4	— 0,9	14,6	4,4	2,3	23,0
				II.			
Nördl. von N. Semlja	0	— 23,8	— 18,8	+ 1,6	— 17,2	— 15,8	25,4
Vardö	10	— 5,7	— 1,8	8,7	1,6	0,6	14,4
Skudesnaes	4	1,4	4,7	13,7	8,3	7,0	12,3
Upsala	24	— 4,8	2,6	16,5	5,2	4,8	21,3
Kopenhagen	13	— 0,1	5,7	16,6	8,2	7,4	16.7
München	530	— 3,0	7,4	17,2	8,0	7,4	20,2
Rom	31	7,3	13,8	24,7	16,6	15,5	17,4
Lissabon	102	10,3	14,6	21,2	16,9	15,6	11,0
Palermo	gering	10,9	14,9	24,9	19,3	17,6	14,0
Madeira	gering	15,9	17,1	21,9	20,7	18,8	6,0
Biskra, Sahara	125	10,1	18,9	32,2	20,0	20,3	22,1
Chinchoxo, Loango	gering	25,2	25,4	21,7	24,7	24,4	4,6
St. Helena	13	23,0	23,4	18,8	16,9	21,3	5,1
Kapstadt	12	20,4	17,2	12,6	16,2	16,5	7,8
Südgeorgien	gering	4,6	0,5	— 2,3	1,3	1,4	6,9

In der ersten Rubrik unserer Tabelle sind für die einzelnen Stationen die Seehöhen angegeben; vergleicht man diese mit den Amplituden, so erkennt man leicht, dass, ebenso wie bei der täg-

lichen Periode, die Amplitude mit der Seehöhe abnimmt, so dass also die Entfernung von der Erdoberfläche im allgemeinen dieselbe Wirkung ausübt, wie die Annäherung an das Meer.

Vergleichen wir ferner in unserer Tabelle die extremen Monatsmittel unter einander und mit den Amplituden, so sehen wir einerseits, dass die Schwankungen der Minima viel beträchtlicher sind als diejenigen der Maxima. Die ersteren extremen Schwankungen betragen nach der Tabelle — 51,7° und 6,1°, die letzteren 1,7° und 22,5°, also Amplituden 57,8° bezw. 20,8°, so dass also die Minima einen grösseren Einfluss auf die Amplitude haben als die Maxima, und die tieferen Minima auch den grösseren jährlichen (und täglichen) Amplituden entsprechen.

In Tabelle II, Seite 85, sind die Stationen nach der Breite geordnet, von N. nach S. folgend. Hier spricht sich ganz deutlich der Einfluss der Breite aus, wobei wieder der Einfluss der maritimen und kontinentalen Lage ganz entschieden hervortritt. Auf der Südhemisphäre ist die Amplitude erheblich geringer, als auf der Nordhemisphäre, die Verhältnisse sind übrigens dieselben, wenn auch weniger markirt wie auf der nördlichen Halbkugel.

Von hygienischer Wichtigkeit sind die Uebergangsperioden vom Winter zum Sommer durch den Frühling und vom Sommer auf den Winter durch den Herbst, insbesondere der erstere, welcher in unseren Gegenden besonders rasch erfolgt, wodurch das fieberhafte Erwachen der Natur im Frühlinge und das ruhigere Einschlafen im Herbste charakterisirt wird. Dieser Uebergang ist in den niedrigen Breiten kaum bemerkbar, dagegen sprungweise in den höheren Breiten. Frühling und Herbst sind nur der gemässigten Zone eigen. Die folgende kleine Tabelle nach Meech veranschaulicht die Wärmezunahme innerhalb der halben Monate während des Frühlings für die verschiedenen Breiten in Relativzahlen:

Breite	Januar	Februar		März		April		Mai
	16.—31.	31.—15.	15.—2.	2.—17.	17.—1.	1.—16.	16.—1.	1.—15.
30°	3,9°	5,9°	7,3°	6,7°	5,7°	4,2°	4,1°	3,1°
40	5,9	6,5	7,6	8,4	7,8	6,2	5,7	4,9
50	5,7	6,9	9,2	9,6	10,0	9,4	8,5	6,2
60	4,7	7,1	8,9	9,2	12,8	11,2	9,8	8,8
70	0,0	1,4	5,0	8,1	11,0	12,5	13,4	13,2
80	0,0	0,0	0,0	2,1	9,5	14,0	18,4	20,3

Man ersieht aus der Tabelle, dass die Wärmeänderung in niedrigen Breiten eine mehr gleichmässige ist, man gelangt fast unmerklich in den Sommer; mit zunehmender Breite aber werden die Aenderungen immer grösser und in hohen Breiten ist der Uebergang zum Sommer ein plötzlicher.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Mittelwerthe der Temperatur für das Jahr und die Monate Januar, April, Juli und October, welche allgemein als die Repräsentanten der Jahreszeiten für die aussertropischen Gegenden betrachtet werden müssen. Bei der Auswahl der Stationen wurden solche bevorzugt, welche längere Beobachtungsreihen aufweisen oder welche durch ihre Lage ein ganz besonderes Interesse bieten. Die Tabelle ist ohne weiteres verständlich.

	Breite Grd. Min.	Seehöhe in m	Beob.-Jahre	Jan.	April	Juli	Oct.	Jahr
A. Tropenzonen.								
1. Westafrika.								
Neu-Gabun . . .	0,25 N	20	1884—85	24,9	**25,3**	22,1*	24,7	24,4
Boké	10,53	—	78—79	24,4	**29,7**	26,1*	25,9	26,8
St. Louis	16.1	gering	5	20,2*	20,1	26,9	27,2	23,2
Kongomündung . .	5,57 S	9	84—85	26,2	26,9	21,6	24,4	24,9
Loanda	8,49	gering	3	24,9	25,4	19,1*	22,8	23,0
St. Helena	15,55	13	—	23,0	23,1	18,4	19,9	21,3
2. Oestliches und Inneres. Afrika und Asien.								
Aden	12,45 N	28	5	24,0*	27,7	29,6	27,7	27,3
Massaua	15,36	gering	—	25,5*	29,9	34,8	32,3	31,4
Chartum	15,36	388	—	19,7*	30,2	33,1	29,2	28,5
Djedda	21½	gering	—	22,5*	26,4	**30,4**	27,9	26,4
Bushire	28,59	8	9	14,5*	21,9	**31,2**	25,4	23,2
Quetta	30,11	1678	8	4,4*	14,2	**25,1**	13,3	14,2
Ladò	5,2 S	465	—	28,0	27,4	24,0*	25,0	26,7
Mauritius	20,10	9	15	**26,1**	24.8	20,4*	22,3	23,3
3. Südasien und Australien.								
Kurachee	24,47 N	15	11	18,3*	26,7	28,9	26,5	25,2
Bombay	18,54	11	40	23,2*	28,0	27.2	27,2	26,4
Colombo	6,56	12	15—16	26,4*	**28,3**	27,3	27,1	27,3
New Eliya	6,46	1902	16	14,1*	**15,6**	14,7	15,0	14,9
Madras	13,4	7	27	24,2*	29,4	29,7	27,3	27,7
Masulipatam . . .	16,9	3	16	23,6*	29,2	28,8	27,2	27,3
Saugor Isl. . . .	21,39	8	18	19,7*	28,8	28,3	26,8	25,9
Lahore	31,34	214	19	12,2*	27,2	31,6	24,9	24,0
Delhi	28,40	219	11	14,7*	29,2	30,4	26,0	25,1
Katmandu	27,42	1337	7—8	8,7*	17,6	**23,0**	17,9	16,0
Patna	25,37	56	18	16,3*	30,6	29,3	26,5	25,4
Sucunderabad . .	17,27	543	16	21,3*	30,6	25,1	24,4	25,4

	Breite Grd. Min.	See-höhe in m	Beob.-Jahre	Jan.	April	Juli	Oct.	Jahr
Rangoon	16,46 N	12	10	23,9*	**28,9**	25,5	26,7	26,1
Andamanen . . .	11,41	19	19	26,2*	**28,6**	26,7	26,5	26,7
Nicobaren	8,0	25	13	26,4	**28,1**	26,7	26,0	26.7
Hongkong	22,16	17	12	15,3*	22,8	28,7	24,2	28,5
Zikawei	31,12	7	12	2,6*	13,9	**27,2**	17,5	15,0
Batavia	6,11 S	7	66—84	25,3*	26,3	25,6	**26,4**	25,9
Sweers Isl. . . .	17,7	10	—	28,6	28,1	21,2*	27,2	26,1
Brisbane	27,27	40	—	**25,1**	20,7	13,7*	20,8	20,0
Fidschi-Isl.	18	—	11	**27,7**	26,7	24,0	25,1	25,9
			4. Amerika.					
Mexiko	19,26 N	2278	4	12,5*	18,4	18,4	15,6	16,7
Guatemala	14,37	1480	6	16,7*	**20,5**	19,2	18,6	18,6
Trinidad	10,39	klein	19	24,5*	25,6	25,7	26,1	25,5
Caracas	10,30	929	8	20,3*	22,5	22,2	21,9	21,8
Artisana	0,21 S	4060	1	**6,2**	5,9	3,0*	5,0	4,9
Rio de Janeiro . .	22,54	klein	—	**26,6**	24,8	20,6*	22,9	23,6
			B. Gemässigte Zonen.					
			1. Mittelmeerländer.					
Azoren	38,8 N	37	—	13,8	15,2	22,0	18,5	17,8
Algier	36,48	20	—	12,1	16,3	25,0	19,7	18,1
Biskra (Sahara) . .	34.51	130	—	10,5	19,2	31,4	20,3	20,3
Malta	35,53	34	10	13,0	15,9	26,2	21,6	19,0
Jerusalem	31,47	770	—	8,5	14,5	24,5	20,8	17,2
Alexandrien . . .	31,12	19	12	14,9	19,2	26,4	23,9	20,8
Bagdad	33,21	—	—	9,7	23,1	34,9	24,8	23,3
Lissabon	38,43	102	—	10,3	14,6	21,7	16,9	15,6
Murcia	37,59	43	—	9,3	15,7	26,1	18,0	17,0
Madrid	40,25	665	—	4,9	12,7	24,5	13,6	13,5
Nizza	43,41	20	—	8,4	14,5	23,9	17,0	15,7
Montpellier . . .	43,37	60	—	5,6	14,0	24,3	15,0	14,4
Ajaccio	41,55	18	—	10,2	14,6	25,6	19,4	17,6
Palermo	38,7	72	—	11,0	15,4	25,4	19,8	17.9
Mailand	45,28	147	—	0,5	13,2	24,7	13,3	12,8
Venedig	45,26	21	—	2,7	13,3	24,6	14,7	13,5
Rom	41,54	50	—	6,7	13,9	24,8	16,3	15,3
Neapel	40,52	149	—	8,2	13,9	24,3	17,0	15,9
Corfu	39,37	30	—	10,2	15,5	26,3	19,8	17,8
Janina	39,37	478	—	4,1	13,5	23,9	16,3	14,5
Athen	37,58	90	—	8,1	14,9	26,9	18,5	17,3
Smyrna	38,26	82	—	8,2	14,6	26,7	18,7	16,9
			2. Uebriges Europa.					
Thorshavn	62,2	9	—	3,1	4,9	10,9	6,7	6,3
Edinburgh	55,56	82	—	3,0	7,3	14,6	8,1	8,2
Insel Man	54,2	79	—	5,9	8,0	14,8	11,4	9,6
Valentia	51,55	7	—	7,4	9,6	15,3	11,6	10,8
London	51,33	37	—	3,5	9,6	17,9	10,7	10,3

	Breite Grd. Min.	See-höhe in m	Beob.-Jahre	Jan.	April	Juli	Oct.	Jahr
Brest	48,23 N	65	—	6,3	11,0	17,9	12,3	11,7
Bordeaux	44,51	12	—	5,6	12,7	20,6	13,2	12,8
Paris	48,50	34	—	2,0	9,7	18,3	9,8	10,3
Utrecht	52,5	13	—	1,5	9,4	18,4	10,4	9,9
Kopenhagen	55,41	13	—	— 0,4	5,7	16,6	8,2	7,4
Skudenaes	59,9	11	—	1,1	4,4	14,1	8,3	7,1
Bodö	67,17	10	—	— 3,2	1,7	12,5	3,8	3,6
Hammerfest	70,42	10	—	— 5,2	0,0	11,8	1,6	1,9
Christiania	59,55	23	—	— 5,1	3,8	16,5	5,5	5,2
Stockholm	59,17	44	—	— 3,7	3,0	16,4	6,2	5,2
Haparanda	65,54	9	—	—13,1	— 2,0	15,2	1,2	0,0
Jockmock	66,36	282	—	—16,1	— 1,4	14,4	—1,4	— 1,6
Borkum	53,33	4	1876—85	0,8	6,9	16,6	9,5	8,6
Hamburg	53,33	26	76—85	— 0,4	7,4	17,2	8,5	8,2
Swinemünde	53,56	6	76—85	— 1,1	6,1	17,6	8,3	7,8
Neufahrwasser	54,24	4	76—85	— 2,0	5,8	17,9	7,5	7,3
Memel	55,43	4	76—85	— 2,4	3,2	17,7	7,2	6,8
Münster i. W.	51,58	63	—	1,2	8,7	17,5	10,2	9,3
Hannover	52,22	62	30	1,0	8,4	18,1	9,5	9,2
Brocken	51,48	1143	—	— 5,4	0,7	10,7	4,0	2,4
Kreuznach	49,50	114	—	0,8	9,7	19,0	10,2	9,8
Trier	49,46	150	—	1,1	9,5	18,5	10,1	9,7
Kassel	51,29	204	—	0,0	8,3	17,3	9,1	8,6
Leipzig	51,20	119	63—84	— 0,4	8,0	18,5	8,2	8,5
Berlin	52,30	48	—	— 0,8	8,4	18,8	9,7	9,0
Bromberg	53,08	47	48—79	— 2,5	6,8	18,3	8,2	7,6
Breslau	51,7	147	71—85	— 2,8	7,6	18,1	8,8	8,0
Karlsruhe	49,01	123	—	0,1	10,4	19,5	10,4	10,3
Strassburg	48,34	144	—	— 0,3	9,8	19,2	16,1	10,2
Stuttgart	48,47	268	26—75	0,0	9,9	19,6	10,1	9,8
Friedrichshafen	47,39	407	26—75	— 1,9	7,7	18,2	9,2	8,4
München	49,9	528	67	— 2,6	7,4	17,2	8,0	7,4
Prag	50,5	202	51—85	— 1,2	8,6	19,3	9,3	8,8
Wien, Land	48,14	202	—	— 1,9	9,4	19,6	9,5	9,2
Brünn	49,11	225	48—83	— 2,5	9,2	19,6	9,8	8,9
Hermannstadt	45,47	414	—	— 3,9	8,8	19,3	10,1	8,6
Zürich	47,23	470	—	— 1,2	9,1	18,7	8,5	8,6
St. Bernhard	45,52	2478	—	— 9,0	— 3,3	6,2	—0,5	— 1,8
Innsbruck	47,16	574	—	— 3,1	8,7	17,8	9,3	8,1
Archangelsk	64,38	10	61	—13,6	— 1,1	15,8	1,4	0,4
St. Petersburg	59,56	10	121	— 9,4	2,0	17,7	4,5	2,6
Bogoslowsk	59,45	190	38	—19,4	— 0,4	17,0	— 0,9	— 1.4
Moskau	56,46	160	68	—11,1	3,4	18,9	4,3	3,9
Kasan	55,47	80	55	—13,8	3,2	19,6	3,7	2,9
Orenburg	51,46	110	32	—15,3	3,2	21,6	3,8	3,3
Kiew	50,26	180	60	— 6,0	6,7	19,1	7,6	6,8
Odessa	46,29	70	32	— 3,4	8,2	22,7	11,2	9,6
Astrachan	46,21	50	377	— 7,1	9,4	25,5	10,0	9,4

	Breite Grd. Min.	See-höhe in m	Beob.-Jahre	Jan.	April	Juli	Oct.	Jahr
			3. Asien.					
Katharinenburg . .	56,49 N	270	40	—16,5	1,5	17,4	0,9	0,5
Tobolsk	58,12	500	30	—19,0	0,5	20,0	— 1,1	— 2,2
Barnaul	53,20	140	41	—19,4	0,8	19,6	1,5	0,4
Enisseisk	58,27	80	9	—25,3	— 1,8	26,4	— 1,1	— 2,2
Nukuss	42,27	70	4½	— 7,0	14,0	20,0	9,4	11,0
Werchojansk . . .	67,3	50?	1½	—49,0	—14,0	15,4	—13,9	—16,7
Jakutsk	62,1	160	35	—42,8	— 9,6	18,8	— 9,1	—11,2
Ochotsk	59,21	10	15	—23,7	— 5,6	12,9	— 3,2	— 5,1
Nikolajewsk A. . .	53,8	20?	22	—22,9	— 3,1	16,4	1,7	— 2,5
Hakodate	41,48	40	—	— 2,9	6,8	22,2	12,3	9,2
Tokio	35,41	7	—	2,3	12,2	25,5	14,7	13,6
			4. Nordamerika.					
Ft. Simpson . . .	62,7	91	—	—28,2	— 3,7	15,7	— 3,9	— 4,3
York. Fakt. . . .	57,0	10	—	—23,9	— 7,4	13,4	— 2,9	— 5,6
Winnipeg	49,55	226	—	—19,2	0,9	19,1	3,0	0,6
Quebek	46,49	91	—	—11,2	2,2	20,2	6,9	4,2
New York	40,50	8	—	— 1,0	9,2	23,9	12,1	11,0
Cincinnati	39,6	165	—	0,5	12,7	25,4	11,9	12.6
New Orleans . . .	29,56	7	—	12,7	20,4	27,8	20,8	20,6
Pikes Peak . . .	38,50	4308	—	—15,9	—11,0	4.5	— 6,1	— 7,1
Santa Fé	35,41	2000	—	— 2,0	10,2	22,3	10,0	10,3
Sitka	57,8	19	—	— 1,0	4,3	12,5	6,6	5,7
San Francisco . .	51,48	40	—	9,3	12,9	14,4	14,9	12,9
San Diego	32,42	46	—	12,0	15,9	22,3	18,4	16,7
			5. Südafrika.					
Kapstadt	33,56 S	12	14	20,6	17,2	12,6	16,2	16,5
Grahamstown . .	33,20	530	9	21,6	17,4	11,7	16,6	17,0
P. Maritzburg . .	29,30	639	10	21,4	17,7	11,8	18,2	17,5
			6. Australien.					
Sidney	33,51	47	17	21,8	18,1	11,2	13,5	17,1
Melbourne	37,50	28	23	19,1	14,8	8,7	13,8	14,1
Adelaide	34,53	40	10	23,2	18,1	10,8	16,9	17,3
Perth	31,57	15	11	24,1	18,7	13,5	13,3	18,3
Auckland	36,50	80	14	19,9	16,5	11,0	14,3	15,3
			7. Südamerika.					
Montevideo . . .	34,54	8	10	22,8	17,8	10,9	16,2	16,8
Cordoba	31,24	470	4½	22,8	15,6	9,1	17,7	16,6
Buenos-Ayres . . .	34,37	22	20	24,3	17,4	10,4	16,8	17,2
Santiago	33,27	530	10	19,0	12,8	7,2	13,0	13,1
Valdivia	39,49	13	25	16,4	11,5	7,2	11,3	11,6
Falklands-Inseln . .	51,41	—	3	9,8	6,6	2,5	5,0	6,1
			C. Arktische Zone.					
Stykkisholm . . .	64,40 N	11	—	— 3,2	0,8	9,9	3,6	2,8
Nord Novaja Semlja	79,0	—	—	—23,6	—18,9	1,6	—17,2	—15,6
F. Barrow	71,30	—	3	—28,2	—15,7	2,7	—16,9	—13,7
Boothia	70,0	—	9	—32,1	—18,9	5,2	—12,6	—15,4
Grinell-Land . . .	81,0	—	—	—39,1	—25,1	2,8	—22,7	—19,9

Nichtperiodische Aenderungen der Temperatur.

Interdiurne Aenderungen.

Die Aenderungen der Temperatur in der jährlichen Periode, d. h. das Ansteigen derselben von etwa Mitte Januar bis Mitte Juli und die Abnahme von Mitte Juli bis Mitte Januar (d. h. für die nördliche Hemisphäre, für die südliche umgekehrt), erfolgen so ausserordentlich unregelmässig, dass die Mittelwerthe der auf einander folgenden Tage selbst sehr langer Beobachtungsreihen keine glatt verlaufende Kurve geben. Daher sind die Mittelwerthe, welche die Aenderung der Wärme in der jährlichen Periode ausdrücken, zur Charakterisirung der Wärmeverhältnisse eines Ortes oder einer Gegend an und für sich nicht genügend, sondern wir bedürfen hier schärferer Bestimmungen. Ein genaueres Maass erhält man, wenn man die Wärmeunterschiede von einem Tag zum folgenden, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen (interdiurne Aenderungen) für die einzelnen Monate bildet, und diese Rechnung für eine Reihe von Jahren (etwa 5—10 Jahren, je nach der Lage) ausführt.

Während der Einfluss der Wärmeschwankungen in der täglichen Periode auf unser Wohlbefinden durch Aufenthalt in der Wohnung beschränkt wird, ist die Wirkung rascher und starker Aenderungen der Tagestemperaturen von viel grösserer Bedeutung für den Menschen, um so mehr, als sich hierzu noch die physiologische Wirkung der bewegten Luft gesellt, welche in der Regel mit derartigem Wärmewechsel verbunden sind.

Ziehen wir dabei die Häufigkeit der Temperaturänderungen von bestimmter Grösse in Betracht, so dass auch die seltener vorkommenden grossen Temperatursprünge zur vollen Geltung kommen, so erhalten wir ein genaueres Bild über die Grenzen, zwischen welchen sich die Temperatur eines Ortes von einem Tag zum anderen bewegt.

Wir geben nun zunächst eine Tabelle (S. 92) der mittleren interdiurnen Veränderlichkeit der Temperatur für das Jahr und die einzelnen Monate (° C. nach Hann, Kremser, Wahlén, Scott, Knipping, Döring u. A.).

In den Zahlen dieser Tabelle ist noch die regelmässige durchschnittliche Aenderung der Temperatur in der jährlichen Periode enthalten, allein diese ist so gering, dass sie hier nicht in Betracht fällt und also vernachlässigt werden kann, obgleich sie

Mittlere Veränderlichkeit der Temperatur von einem Tag zum anderen.

	Seehöhe	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr
Valentia	7	1,47	**1,51**	1,10	1,16	0,94	0,80	0,73*	0,73	0,75	0,88	1,18	1,32	1,05
Aberdeen	27	**1,8**	1,6	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0*	1,2	1,5	1,6	1,3
Kew	10	1,78	**1,84**	1,63	1,63	1,27	1,32	1,23	1,18*	1,21	1,30	1,73	1,82	1,49
Makerstown	—	2,6	**2,8**	2,2	1,8	1,5	1,8	1,8	1,7	1,4*	1,7	1,7	2,6	1,9
Hammerfest	—	2,6	2,6	**2,9**	2,4	1,5	1,7	2,1	1,7	1,6	1,4*	1,9	2,2	2,1
Upsala	—	**2,9**	2,3	2,8	2,1	1,7	1,7	1,8	1,5	1,2*	1,7	1,8	2,3	2,0
Helsingfors	20	2,2	3,1	**3,5**	2,2	1,5	1,7	1,3	1,1*	1,1*	1,4	1,7	2,1	1,9
Paris	49	**2,0**	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,5*	1,7	1,9	1,5
Helgoland	44	**1,36**	1,32	1,20	1,06	1,10	1,04	1,28	1,08	1,06	0,84*	1,02	1,20	1,13
Kiel	5	**1,66**	1,28	1,66	1,34	1,34	1,16*	1,48	1,30	1,30	1,16*	1,30	1,40	1,36
Stettin	39	**1,86**	1,70	1,80	1,52	1,68	1,44	1,76	1,52	1,26*	1,42	1,62	1,50	1,59
Königsberg	20	**2,40**	2,30	2,26	1,60	1,97	2,12	1,93	1,70	1,47*	1,51	1,59	1,74	1,88
Cleve	51	**2,04**	1,82	1,88	1,76	1,70	1,60	1,92	1,96	1,46*	1,46*	1,58	1,76	1,75
Berlin	50	**1,89**	1,76	1,81	1,51	1,63	1,63	1,75	1,53	1,31*	1,39	1,16	1,56	1,59
Breslau	147	**2,20**	2,16	2,08	1,85	2,11	2,05	1,99	1,78	1,74	1,70*	1,71	1,76	1,92
Stuttgart	270	**2,2**	2,1	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,5*	1,6	1,6	1,8	1,8
München	479	2,2	**2,8**	2,3	1,9	1,9	2,1	2,2	2,2	1,8	1,6*	1,6*	2,1	2,1
Brocken	1140	2,2	**2,4**	**2,4**	2,0	2,2	2,0	2,1	1,8	1,7*	1,8	1,7*	2,2	2,03
Schneekoppe	1600	**2,65**	2,63	2,41	2,69	2,26	2,47	2,29	2,38	2,15	2,01*	2,17	2,52	2,39
Säntis	2500	**2,63**	2,39	2,12	2,18	1,90	1,79*	2,03	2,15	1,92	1,87*	2,16	2,20	2,11
Sonnblick	3100	**2,73**	2,58	2,37	2,43	2,04	1,55*	1,59	1,75	1,62	1,61	2,16	2,17	2,05
Wien	203	**2,37**	2,24	1,87	2,12	1,99	1,91	2,02	1,89	1,86	1,71	1,66*	1,79	1,96
Lemberg	300	**2,51**	2,25	2,27	2,08	1,96	1,86	1,67	1,71	1,64*	1,66	1,66	1,69	1,91
Hermannstadt	410	2,45	**2,69**	2,45	2,09	2,04	1,74	1,41	1,55	1,36*	1,75	1,72	2,29	1,95
Kiew	180	2,82	2,35	**2,93**	1,97	2,26	2,07	2,05	2,06	2,14	1,87*	1,88	1,90	2,19
St. Petersburg	40	3,0	**3,3**	**3,3**	2,8	1,8	2,2	1,7	1,5	1,2*	1,7	1,8	2,3	2,2
Archangelsk	—	3,5	**4,7**	3,3	3,1	2,5	3,0	2,9	2,2	2,0	1,8*	2,0	2,6	2,8
Lugau	50	3,18	**3,44**	3,29	2,44	2,18	2,12	1,91	1,79*	1,83	1,86	2,33	2,60	2,41
Katharinenburg	283	**4,04**	3,86	3,26	2,65	2,44	2,95	2,63	1,92	1,90*	2,19	2,53	2,26	2,80
Barnaul	140	**5,20**	4,77	4,43	3,57	2,75	3,08	2,37	1,72*	1,73	2,28	2,92	4,39	3,27
Nertschinsk	657	**3,02**	2,62	2,59	2,51	2,67	2,78	2,07	1,62	1,52*	1,80	2,39	2,94	2,38
Tokio	21	1,70	1,43	1,57	1,82	**2,19**	1,73	1,41	1,11	1,00*	1,45	1,44	1,50	1,53
Hakodate	3	**2,47**	2,25	1,97	1,84	1,57	1,73	1,49	1,26*	1,35	1,49	1,97	2,46	1,82
Peking	38	2,2	1,8	2,0	2,2	1,8	**2,4**	2,0	1,8	1,4*	1,4*	1,6	2,0	1,9
Lissabon	102	**1,4**	1,1	1,0	0,9*	0,9*	1,1	1,2	**1,4**	1,2	**1,4**	1,2	1,1	1,1
Madrid	655	1,7	1,5	1,2*	1,5	1,8	1,8	**1,9**	1,6	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
Mailand	140	**1,5**	1,3	1,3	1,2	1,4	1,4	**1,5**	1,4	**1,2**	1,1*	1,1*	1,2	1,3
Neapel	149	**1,2**	0,9	0,9	0,9	1,2	**1,3**	1,1	0,9	0,8*	0,9	1,1	1,1	1,0
Athen	77	1,6	**1,7**	1,5	1,6	1,6	1,5	1,3	1,1*	1,2	1,2	1,1*	1,4	1,4
Smyrna	—	1,7	1,6	1,7	**1,9**	1,6	1,6	1,3	1,1	1,6	1,3	1,0*	1,6	1,5
Kairo	—	0,9	1,0	1,5	1,5	**2,0**	1,9	1,4	0,7*	0,8	0,8	0,7*	0,9	1,0
Arkt. Archipel	—	**3,1**	**3,1**	2,6	2,5	2,6	1,6	1,0	1,3	0,9*	1,8	2,8	**3,1**	2,2
Jakobshavn	—	3,2	**3,4**	3,1	3,2	2,4	1,7	1,9	1,5*	1,5*	1,9	2,3	2,8	2,4
Toronto	107	3,7	**3,8**	**3,8**	2,7	2,2	2,1	2,1	2,0	1,8*	2,5	2,3	2,5	2,6
Washington	34	3,06	**3,7**	3,7	3,3	2,7	2,0	1,4	1,1*	1,2	1,6	2,6	3,5	2,5
Moose Fact. Huds.	—	**6,2**	5,7	5,5	5,1	3,4	4,4	4,4	3,2	3,0	2,8	2,4	2,2*	4,0
Bahia blanca	15	3,06	2,91	2,64	2,51	2,34	2,18	1,93	2,12*	2,36	2,44	2,43	2,81	2,48
Georgetown 6¾° S.B.	—	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	0,4	0,5	0,7	0,6
Buenos Ayres	22	1,9	2,0	1,4	1,6	1,4	1,3*	1,3*	1,9	**2,1**	1,9	**2,1**	2,0	1,7
Mendoza	780	**2,2**	1,8	1,9	1,9	1,6	1,3*	1,5	2,1	1,9	**2,2**	**2,2**	2,0	1,9
Capstadt	12	1,2	1,2	1,3	1,3	**1,4**	1,2	1,5	1,4	1,4	1,1*	1,3	1,1*	1,3
Maritzburg (Natal)	639	2,5	2,5	2,5	2,1	1,6	1,3*	1,9	1,6	2,3	2,4	**2,9**	2,5	2,2
Sydney	47	2,0	1,8	1,8	1,3*	1,4	1,3	1,3*	1,8	1,6	1,6	**2,5**	2,0	1,7
Melbourne	28	2,3	2,8	1,9	2,0	1,6	1,1	1,3	1,3	1,4	2,0	2,2	2,6	1,9

leicht zu beseitigen wäre. Für unsere Gegenden liegt sie zwischen 0,1° und −0,2°.

Ordnen wir nun die Stationen unserer Tabelle nach der Grösse der mittleren Veränderlichkeit im Jahre, so finden wir die grösste Veränderlichkeit im Innern der Vereinigten Staaten, in den Hudsonsbailändern (Moose Factory). Von dieser Gegend aus nimmt die Veränderlichkeit nach allen Richtungen ab, indessen ist eine Regelmässigkeit der Abnahme nicht zu erkennen. Ein anderes Maximum der Veränderlichkeit, aber von geringerem Betrage, finden wir in Sibirien in der Gegend von Barnaul; auch hier nimmt die Veränderlichkeit nach allen Richtungen ab, und zwar ebenso unregelmässig wie in Nordamerika [1]).

Die mannigfachen Unregelmässigkeiten in der Vertheilung der Veränderlichkeit der Temperatur, wobei aber die Hauptmaxima der beiden grossen Kontinente der alten und neuen Welt bedeutend hervortreten, hängt von mancherlei Ursachen ab, hauptsächlich aber von der geographischen Breite, von der Seehöhe und von der maritimen und kontinentalen Lage.

Die Veränderlichkeit ist am Aequator sehr gering (vergl. Georgetown) und wächst mit der Breite ganz unregelmässig, ihren höchsten Werth nicht gerade in den Polargegenden, sondern in dem Innern der Kontinente erreichend, auf der nördlichen Hemisphäre etwa am 50. Breitegrade. Die Veränderlichkeit scheint auf der südlichen Hemisphäre im allgemeinen grösser zu sein als auf der nördlichen; um dieses aber zahlenmässig sicher zu bestimmen, liegt hinreichendes Material nicht vor.

Mit zunehmender Seehöhe nimmt die Veränderlichkeit zu, wie aus den Zahlenwerthen der Hochstationen unserer Tabelle ganz deutlich zu erkennen ist. Für unsere Alpen kann man angenähert annehmen, dass einer Erhebung von 100 m eine Zunahme der Veränderlichkeit um durchschnittlich 0,023° C. entspricht. München, welches 209 m höher liegt als Stuttgart, hat eine um 0,3° grössere Veränderlichkeit. Indessen treten die localen Verhältnisse so sehr in den Vordergrund, dass bestimmte allgemein gültige Regeln nicht aufgestellt werden können. Bei Gebirgen kommt nicht allein die Seehöhe in Betracht, sondern vor allem die Massenhaftigkeit des Gebirges.

---

[1]) Vergl. Hann, Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Tagestemperatur. Veröffentl. der k. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXI. II. Abth. Wien, April 1875.

Mit der Entfernung vom Meere nimmt die Veränderlichkeit zu, wie es beispielsweise die deutschen Stationen sehr gut zeigen (Helgoland 1,13, Berlin 1,59, Breslau 1,92). Sehr schön zeigen die Schneekoppe und der Brocken die Verstärkung der Veränderlichkeit durch die Doppelwirkung der Seehöhe und der Kontinentalität.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die Ostküsten der Kontinente unter gleichen Breiten eine grössere Veränderlichkeit haben als die Westküsten.

Um den Gang der Veränderlichkeit in der jährlichen Periode deutlicher überblicken zu können, sind in der folgenden Tabelle die Monatsmittel der Veränderlichkeit in Stationsgruppen für ganze Gegenden dargestellt (hauptsächlich nach Hann):

	England	Mittleres Europa	Europ. Russland	Westsibirien	Ostasien	Oestl. Nordamerika	Inneres Nordamer.	Plateau des Felsengeb.	Südliche Halbkugel
Geogr. Br. .	55,7°	49,3°	56,8°	56,0°	50,2°	42,8°	43,0°	40,3°	33,8°
December .	**2,3**	2,2	3,6	**4,9**	**3,1**	4,1	4,4	3,1	2,0
Januar . .	2,1	**2,2**	**3,9**	4,5	2,6	**4,1**	**4,8**	**3,4**	2,0
Februar . .	2,0	2,1	3,5	4,1	2,7	4,0	4,8	3,2	1,8
März . . .	1,7	1,8*	2,9	3,5	2,4	3,0	4,0	3,0	1,7
April . . .	1,5*	1,9	2,1*	2,7*	1,9*	2,7	3,4	2,9	1,5
Mai . . .	**1,7**	1,9	**2,4**	**3,1**	2,0	2,6	3,2	2,7	1,3*
Juni . . .	1,6	**2,1**	2,2	2,6	**2,2**	2,3	2,6	2,5	1,5
Juli . . .	1,5	1,9	1,9	2,1	1,7	2,0	2,2*	2,2*	1,7
August . .	1,4*	1,7	1,8*	1,9*	1,3	1,9*	2,3	2,3	1,8
September .	1,6	1,7	1,9	2,2	1,5	2,5	2,9	2,4	1,9
October . .	1,8	1,6*	2,2	2,9	2,2	2,7	3,2	2,7	**2,2**
November .	2,3	1,9	2,7	4,2	3,0	3,0	3,7	2,8	2,0
Jahr . . .	1,8	1,9	2,6	3,2	2,2	2,9	3,5	2,8	1,8

„In England sind November und December die veränderlichsten Monate, im mittleren und nordöstlichen Europa ist es der Januar, in Westsibirien und Ostasien der December, in Amerika wieder der Januar, im Innern Nordamerikas sind Januar und Februar gleich variabel. In der Subtropengrenzzone der südlichen Halbkugel hat der October, unserem April entsprechend, die grösste Veränderlichkeit der Temperatur. Das absolute Minimum der Veränderlichkeit fällt fast überall auf den August, im westlichen Amerika

zwischen Juli und August. Nur im mittleren Europa tritt die kleinste Veränderlichkeit im October ein, und in der Subtropenzone der Südhemisphäre im Mai, d. i. in unserem November, so dass das mittlere Europa und die südliche Hemisphäre in Bezug auf das Herbstminimum nahe übereinstimmen. Sehr bemerkenswerth ist das secundäre Minimum der Veränderlichkeit im April für alle hier in Betracht gezogenen Stationsgruppen von Europa und Asien, dem ein secundäres Maximum im Mai oder Juni folgt. Bei Betrachtung der Tabelle fällt die grosse Uebereinstimmung, welche hierin alle Stationen im mittleren Europa, Russland, Sibirien und Ostasien zeigen, sogleich in die Augen.

Die sprichwörtliche Veränderlichkeit des Aprilwetters kann sich also nicht auf die Temperatur beziehen. Wir werden später sehen, dass dieses nicht blos in Bezug auf die mittlere Grösse der Wärmeänderungen, sondern in Betreff kleiner wie grosser Temperaturschwankungen überhaupt als Thatsache hingestellt werden darf.

Die rasche Steigerung der Veränderlichkeit im Mai ist besonders in Sibirien stark ausgeprägt. Im Juni und Juli sinkt die Veränderlichkeit wieder sehr schnell.

Der November hat in Europa wie in Amerika die grösste mittlere Veränderlichkeit; in Sibirien und Ostasien, desgleichen in England erhebt sich die Veränderlichkeit dieses Monats weit über das Mittel.

Die Jahreskurve der Veränderlichkeit für Nordamerika hat im Gegensatz zu jener für Europa und Asien nur ein Maximum und ein Minimum. Dasselbe ist auch in der Subtropenzone der südlichen Hemisphäre der Fall. Sehr bemerkenswerth ist die hohe Veränderlichkeit des Sommers in Nordamerika. Soweit unsere Beobachtungen reichen, berechtigen sie zu der Annahme, dass die Maximalregion der Sommerveränderlichkeit im Innern Nordamerikas liegt. Auch in der Subtropenzone der südlichen Halbkugel ist der Sommer sehr veränderlich, das Maximum fällt allerdings noch in das Frühjahr“ (Hann).

Auf unserer, die mittleren absoluten Jahresschwankungen der Temperatur darstellenden Karte (Fig. 10) sind die Monate, in welchen die interdiurnen Wärmeänderungen am grössten sind, durch Zahlen (1 = Januar, 12 = December) eingetragen, weshalb wir darauf verweisen.

In den oben gegebenen Mittelwerthen spiegelt sich allerdings

die Veränderlichkeit der Temperatur in den verschiedenen Gegenden unserer Erde ganz gut ab, aber über die Natur und wirkliche Grösse der Schwankungen, sowie über die Häufigkeit ihres Vorkommens geben sie keinerlei Aufschluss. Aber gerade die grossen sprungweisen Aenderungen der Temperatur sind es, welche auf das Wohlbefinden der Menschen einen entscheidenden Einfluss haben, und diese sind in den oben angegebenen Durchschnittswerthen mehr oder weniger ganz verwischt.

Untersuchen wir zunächst die Häufigkeit der Erwärmungen gegenüber denjenigen der Abkühlungen, so muss man von vorneherein erwarten, dass in den Frühlings- und ersten Sommermonaten die Erwärmungen und im Herbst und im Winter die Abkühlungen überwiegen werden, indessen scheint eine genauere Bestimmung dieser Häufigkeitsgrössen in der jährlichen Periode nicht uninteressant und für unsere Zwecke nicht unwichtig. Die folgende Tabelle giebt nach Hann und Kremser die Zahl der Erwärmungen an, welche auf 100 Abkühlungen fallen.

Relative Häufigkeit der Erwärmungen.

	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr
Europa . .	79*	100	105	119	119	**139**	125	115	106	100	87	87	107
Sibirien . .	98	98	119	128	**140**	135	133	123	108	93	88*	93	113
NE-Amerika	89*	111	105	124	**133**	132	128	117	108	116	95	105	114
Königsberg .	93	107	106	128	116	**138**	110	133	114	92	84*	90	109
Berlin . .	87	99	115	138	142	**146**	131	111	121	103	87	86*	114
Breslau . .	99	94	112	121	127	**158**	127	125	123	131	92*	95	107
Schneekoppe	89	115	103	128	127	139	**146**	110	125	103	104	83*	114
Emden . .	103	91	114	118	119	**123**	110	115	93	94	91	83*	104

Aus der vorstehenden Tabelle ist ersichtlich, dass im Jahresmittel Erwärmungen überall häufiger sind als Abkühlungen, und eben deshalb treten die Abkühlungen auch durchschnittlich stärker auf als die Erwärmungen. Während in Sibirien und dem nordöstlichen Amerika die grössten Häufigkeiten der Erwärmungen im April eintreten, fällt dieses Maximum für Europa entschieden erst in den Mai. Auf den erstgenannten Gebieten tritt das Maximum der Erkaltungen im October bezw. December, auf dem letzteren vom October bis December im November ein. In Norddeutschland steigt nach Kremser von einem Tage zum

anderen die Temperatur im Laufe des Jahres durchschnittlich 192mal, während sie nur 174mal fällt. Dieser Gegensatz in der Häufigkeit der positiven und negativen interdiurnen Wärmeänderungen scheint im südöstlichen Binnenlande, wo die Zahl der Tage mit Temperaturzunahmen jährlich fast 200, die mit Temperaturabnahmen etwas weniger als 170 beträgt, am ausgeprägtesten zu sein, während in Westdeutschland die Häufigkeit nur um 10 Tage zu Gunsten der Erwärmungen differirt. Während in der zweiten Jahreshälfte, also in der Zeit der normalen Temperaturabnahme, die Häufigkeitszahlen für Erwärmung und Abkühlung ungefähr dieselben sind, übertrifft in der ersten Jahreszeit, also in der Zeit der normalen Temperaturzunahme, die Zahl der Erwärmungen diejenige der Abkühlungen ganz erheblich, indem auf 60 Erwärmungen durchschnittlich 50 Abkühlungen folgen.

Der Einfluss des Klimas auf den menschlichen Organismus wird von ärztlicher Seite in erster Linie nach der Grösse und Häufigkeit der Schwankungen der Temperatur beurtheilt, und daher möchte es willkommen sein, wenn ich hier eine nach Maassgabe des Materials möglichst ausführliche Tabelle (nach Hann, Kremser u. a.) mittheile. Es ist dabei wohl zu berücksichtigen, dass rasche Schwankungen der Temperatur auf den menschlichen Körper je nach Umständen ganz verschieden wirken können; insbesondere aber ist diese Wirkung abhängig von der Jahreszeit, in welcher die Schwankung der Temperaturverhältnisse (und auch der Witterungsverhältnisse) stattfindet. Die hinter der Station befindlichen eingeklammerten Zahlen bedeuten die Anzahl der in Betracht fallenden Beobachtungsjahre.

Mittlere Häufigkeit von Temperaturänderungen bestimmter Grösse (in Tagen).

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
									Makerstown, Schottland (5 Jahre).								
2°	**15,6**	15,0	12,0	10,2	8,4	**11,9**	11,2	10,0	8,2*	9,2	10,0	**15,4**	137,1	**42,6**	30,5	29,4*	34,6
4	6,8	5,4	4,0	3,4	2,4	2,7	2,4	3,2	2,3	1,8	2,6	7,5	44,5	**16,2**	8,5	7,9*	11,9
6	2,6	1,2	0,8	0,6	—	0,6	0,8	1,0	—	0,2	0,2	1,4	8,4	**4,6**	1,2	1,8*	0,8
8	0,4	0,2	—	0,2	—	—	—	0,2	—	—	—	0,6	1,6	**0,6**	0,2	0,2	**0,6**
10	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,4	0,2	—	—	0,2
									Oxford (1860/70).								
2	**12,8**	11,8	8,6	10,0	10,9	10,7	8,6	7,2	8,2	6,9*	13,3	11,9	120,9	**33,2**	31,6	24,0*	32,1
4	4,9	3,2	2,7	2,1	1,7	2,0	1,2	0,6	0,4	0,8	3,7	4,0	27,3	**10,8**	5,8	2,2*	8,5
6	1,2	0,8	0,4	0,3	0,4	—	0,1	—	—	—	0,5	0,6	4,3	**2,4**	0,7	0,1*	1,1
8	0,3	0,3	—	—	0,1	0,1	—	0,1	—	—	—	0,1	1,0	**0,6**	0,2	0,1	0,1
10	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Hammerfest (1852/56).																	
2°	16,6	17,0	16,4	15,0	9,2	9,6	12,6	9,4	8,6	7,2*	11,0	14,4	117,0	50,0	33,8	30,6*	32,6
4	7,4	6,2	7,4	5,4	1,6	3,2	4,4	2,8	2,6	0,8	4,0	5,0	50,8	21,0	10,2	9,8*	9,8*
6	2,2	2,6	2,4	2,2	0,4	0,2	1,2	1,4	0,2	—	0,4	1,0	14,2	7,2	2,8	2,8	1,4*
8	—	0,2	1,0	0,8	—	—	0,2	0,4	—	—	—	0,2	2,8	1,2	0,8	0,6	0,2*
10	—	—	0,2	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,2	0,1	—	—
Upsala (1865/73).																	
2	16,5	13,0	16,0	12,8	9,7	10,1	10,6	9,4	6,6*	9,4	10,3	12,8	137,2	45,5	32,6	26,6*	32,5
4	8,1	5,0	6,9	4,8	1,8	3,3	2,5	0,6	0,4	1,3	2,9	5,2	42,8	20,0	9,9	3,5*	9,4
6	3,6	2,5	2,4	1,3	0,6	0,4	0,5	0,2	—	0,3	0,5	1,1	13,7	8,5	2,3	0,7*	2,2
8	1,2	1,0	1,0	0,1	0,2	—	0,1	0,1	—	0,1	0,2	0,5	4,5	3,2	0,3	0,2*	0,8
10	0,6	0,2	0,2	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	1,1	1,0	0,1	—	—
12	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—
Helsingfors (1847/51).																	
2	13,2	18,0	16,4	11,4	7,8	9,8	5,6	4,4	4,2*	7,0	10,4	12,2	120,4	47,6	29,0	14,2*	29,6
4	4,6	10,4	9,0	6,0	1,6	1,8	0,8	0,6	0,8	1,2	2,6	4,2	43,6	24,0	9,4	2,2*	8,0
6	2,0	4,4	5,6	2,2	0,2	—	—	0,2	—	0,2	0,2	2,0	16,0	12,0	2,4	0,2*	2,4
8	1,2	1,6	2,6	0,8	—	0,2	—	—	—	—	—	0,2	6,6	5,4	1,0	—	0,2
10	0,6	0,4	1,2	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	1,2	0,4	—	—
12	0,2	—	(0,2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—
Paris (1857/66, Tagesmittel aus Max. Min.).																	
2	13,6	12,5	10,5	10,9	11,5	12,5	12,6	10,8	11,2	7,9*	10,6	12,6	137,2	36,6	34,9	34,6	31,1*
4	3,0	4,3	2,6	2,7	2,6	2,1	2,5	2,5	2,9	1,5	2,9	2,8	32,4	9,9	7,4	7,9	7,2*
6	1,2	0,5	0,6	0,5	0,5	0,2	0,8	0,2	0,5	0,1	0,7	0,5	6,3	2,3	1,2*	1,5	1,3*
8	0,2	—	—	0,1	0,1	—	—	—	0,1	—	0,3	—	0,8	0,2	0,2	0,1	0,3
Helgoland (1874/83).																	
2	7,8	8,0	6,4	4,3	4,7	4,2	7,2	6,2	4,9	1,8	4,9	6,6	67,0	22,2	13,2	18,3	13,3
4	0,9	0,9	0,2	0,2	0,1	0,8	0,8	0,9	—	0,2	0,6	0,7	6,3	2,0	1,1	1,7	1,5
6	0,1	0,1	—	—	—	0,2	—	0,1	—	—	—	0,1	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1
8	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
10	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
Emden (1870/79).																	
2	11,3	9,8	9,1	8,8	9,1	9,6	11,8	10,0	7,7	4,5*	6,9	7,5	106,1	30,2	27,5	29,5	18,9*
4	3,1	2,1	2,2	1,5	1,7	1,6	2,3	1,6	0,7	0,4	0,6	2,0	19,8	7,4	4,8	4,6	3,0*
6	0,7	0,2	0,7	—	0,1	0,4	0,2	—	—	—	—	0,3	2,6	1,6	0,5	0,2*	0,3
8	0,3	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—
Königsberg (1870/79).																	
2	14,1	14,8	13,0	10,1	12,2	14,5	11,6	10,5	8,8*	9,3	10,0	10,7	139,9	42,9	36,8	30,9	30,0*
4	5,8	6,1	4,2	1,7	4,1	4,4	4,2	2,6	1,4	1,6	1,8	2,6	40,7	16,1	10,2	8,2	6,0*
6	2,3	2,1	1,6	0,3	0,9	1,0	1,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	10,9	6,0	2,2	1,9	0,6*
8	1,2	0,7	0,7	0,1	0,2	0,3	0,1	—	0,1	—	—	—	3,4	2,6	0,6	0,2	—
10	0,6	0,2	0,3	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	1,2	1,1	0,1	—	—
12	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—
Trier (1870/79).																	
2	12,8	11,8	9,4	11,1	10,0	7,7	10,1	8,0	7,0	6,9*	8,7	11,0	114,5	34,0	28,8	25,1*	26,6
4	3,7	3,2	2,5	1,9	1,3	0,8	0,9	1,1	0,9	0,4	1,5	1,9	20,0	9,4	4,0	2,9*	3,8
6	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	—	—	0,1	0,6	4,0	2,3	0,6	0,4*	0,7
8	0,3	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,9	0,6	0,1	—	0,2
10	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—
12	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
Kassel (1870/79).																	
2	13,1	12,3	10,4	10,9	11,1	10,8	11,1	9,8	8,7*	9,0	9,8	10,2	127,2	35,8	32,8	29,6	29,0*
4	4,9	4,2	3,2	2,2	2,5	2,3	2,4	1,8	1,2	1,3	2,0	2,2	30,2	12,3	7,0	5,4*	5,5*
6	2,0	1,0	1,2	0,8	0,4	0,3	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1	0,4	7,2	4,2	1,5	0,8*	0,7*
8	0,8	0,2	0,3	—	0,1	0,2	0,1	—	—	0,1	—	—	1,8	1,3	0,3	0,1*	0,1*
10	0,4	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,5	—	—	—
Berlin (1870/79).																	
2	11,0	10,8	11,2	9,2	10,1	10,3	10,6	8,6	6,8*	7,6	9,3	9,4	114,9	33,0	29,6	26,0*	26,3
4	3,9	2,6	2,4	1,9	1,6	2,0	3,0	1,3	0,8	0,7	1,5	1,2	22,9	8,9	5,5	5,1	3,4*
6	1,3	0,7	0,7	—	0,3	0,2	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,1	3,7	2,7	0,5	0,2*	0,3
8	0,3	0,2	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	0,6	0,5	—	0,1	—
10	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
									Breslau (1870/79).								
2	**13,4**	12,7	11,6	11,6	13,0	11,5	13,3	12,3	10,9	10,2*	10,5	10,6	111,6	**37,7**	36,1	36,5	31,3*
4	6,3	4,6	4,1	3,4	3,5	2,6	2,9	2,4	2,8	2,9	3,1	2,4	41,0	**15,0**	9,5	8,1*	8,4
6	2,7	1,5	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	0,6	0,4	9,6	**5,1**	2,1	1,2*	1,2*
8	1,1	0,9	0,3	0,1	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—	—	2,7	**2,3**	0,2	0,2	—
10	0,7	0,4	0,2	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	—	1,5	**1,3**	0,1	0,1	—
12	0,2	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,6	—	—	—
									Stuttgart (1865/72).								
2	**14,8**	13,3	12,5	11,4	11,5	11,9	12,6	10,8	9,0*	9,3	11,1	11,3	139,5	**40,6**	34,8	32,4	31,7*
4	4,8	3,9	3,6	3,3	2,9	2,3	2,8	2,9	2,1	1,0	3,2	4,8	37,6	**12,3**	8,5	7,8*	9,0
6	1,0	1,8	0,7	0,5	0,1	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,4	1,0	6,7	**3,5**	0,8*	0,9*	1,5
8	0,3	0,5	0,1	0,2	—	—	—	—	—	—	—	0,3	1,4	**0.9**	0,2	—	0,3
10	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
									München (1856/65).								
2	13,2	**15,9**	12,9	12,2	12,2	13,5	14,7	**15,9**	11,4	8,6*	10,3	13,1	123,9	**42,0**	37,9	42,0	32,0*
4	4,3	8,0	5,4	2,7	3,6	4,3	4,8	3,7	2,5	2,3	1,9	4,3	47,8	**17,7**	10,6	11,0	8,5*
6	1,6	3,1	1,5	0,8	0,4	1,2	0,9	0,8	0,8	0,6	0,1	1,4	12,2	**6,2**	2,4	2,5	1,1*
8	0,7	1,3	0,6	0,3	—	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	—	0,5	4,4	**2,6**	0,7	0,5*	0,6*
10	0,4	0,5	0,4	0,2	—	0,2	—	—	—	—	—	0,1	1,8	**1,3**	0,4	—	0,1
12	0,2	0,2	0,1	0 1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,5	0,1	—	—
14	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	—
16	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
									Eichberg (1881/85).								
2	14,2	15,4	13,4	14,8	14,2	**17,2**	13,0	13,6	12,0*	12,4	14,4	15,6	170,2	43,0	**46,2**	38,6*	12,4
4	8,2	8,6	4,6	5,0	4,6	6,2	4,8	4,8	2,2	4,2	4,4	5,0	62,6	**21,4**	15,8	11,8*	13,6
6	3,6	2,8	1,8	2,0	0,8	1,8	1,2	1,2	0,4	0,8	1,0	0,6	18,0	**8,2**	4,6	2,8	2,4*
8	1,8	0,8	0,4	0,4	0,2	0,8	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	6,0	**3,0**	1,4	1,0	0,6*
10	0,6	0,2	—	—	—	0,4	0,2	—	—	—	—	0,2	1,6	**0,8**	0,4	0,2*	0,2*
12	0,2	0,2	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	0,6	0,4	—	0,2	—
									Schneekoppe (1881/85).								
2	15,4	15,8	13,0	**17,0**	15,6	15,0	13,4	15,2	13,8	12,4*	11,0	11,8	175,4	44,2	**47,6**	42,4	41,2*
4	6,6	7,6	5,4	7,8	5,2	6,4	6,0	6,4	4,0	4,0	4,6	6,0	70,0	**19,6**	19,4	16 4	14,6*
6	3,6	2,4	2,2	3,0	0,6	2,0	2,0	2,0	1,0	1,4	1,2	2,2	23,6	**8,2**	5,6	5,0	4,8*
8	1,4	0,8	0,8	1,6	0,2	0,8	0,6	0,8	0,4	0,4	—	0,8	8,6	**3,0**	2,6	1,8	1,2*
10	—	0,2	0,2	0,2	—	0,2	0,2	—	0,2	—	—	—	1,2	0,4	0,4	0,4	—
									Sonnblick (1886/90).								
2	**14,2**	11,9	16,2	13,6	12,0	4,9*	10,5	10,5	11,4	8,7	12,2	10,4	136,5	**42,3**	30,5*	32,4	31,3
4	5,5	5,7	6,7	6,0	5,5	1,2	1,5	3,7	2,4	2,2	4,7	3,2	48,3	**17,9**	12,7	7,6*	10,1
6	1,9	1,9	2,0	2,2	1,2	0,5	0,4	0,2	1,2	1,0	2,2	1,7	16,4	**5,8**	3,9	1,8*	4,9
8	0,6	1,7	1,5	0,6	—	—	0,2	—	—	0,5	0,2	0,7	6,0	**3,8**	0,6	0,2*	1,4
10	0,2	0,4	0,2	0,6	—	—	0,2	—	—	—	0,2	0,4	2,2	0,8	0,6	0,2	0,6
12	0,2	0,2	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,4	0,2	—	—
									Wien (1871/85).								
2	**13,2**	13,2	10,1	**13,6**	13,1	12,8	13,0	12,3	11,1	9,5*	9,5*	11,3	142,7	36,5	**39,5**	36,4	30,3*
4	5,5	5,1	2,8	4,9	3,2	3,8	3,3	3,2	2,9	2,1	2,2	2,7	41,7	**13,4**	11,9	9,4	7,0*
6	2,0	1,9	1,1	1,3	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,5	0,6	0,7	12,2	**5,0**	2,8	2,6	1,8*
8	0,9	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	—	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	3,4	**1,7**	0,6	0,7	0,4*
10	0,3	0,2	0,1	0,1	—	0,1	—	0,2	0,1	—	—	—	1,1	0,6	0,2	0,3	—
12	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	0,1	—	—
									Lemberg (1871/80).								
2	**13,3**	14,6	13,2	**13,6**	11,5	12,4	9,8	10,8	9,8	9,6*	10,3	8,5*	137,4	**41,1**	37,5	30,4	28,4*
4	6,1	4,9	4,8	4,8	3,5	2,8	1,9	2,0	2,9	1,8	3,0	1,4	39,9	**15,8**	11,1	6,8	6,2*
6	3,1	1,7	1,7	1,2	0,9	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	0,3	12,5	**6,5**	2,7	1,3*	2,0
8	1,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	—	0,1	0,1	—	—	3,2	**2,2**	0,6	0,3	0,1*
10	0,7	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	0,9	0,1	—	—
									Hermannstadt (1852/61).								
2	14,3	**14,8**	13,1	13,5	12,8	10,6	7,3	9,6	7,1*	10,2	10,9	13,8	138,0	**42,2**	36,9	24,0*	34,9
4	5,6	7,0	5,3	3,5	3,7	2,9	1,2	1,7	0,9	2,6	2,5	5,1	42,0	**17,9**	10,1	3,8*	10,2
6	2,5	3,4	1,9	1,2	1,1	0,5	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	2,4	14,6	**7,8**	2,8	0,6*	1,4
8	1,7	1,4	0,8	0,3	0,3	—	0,1	—	—	—	0,1	0,3	5,1	**3,9**	0,6	0,1*	0,4
10	0,4	0,7	0,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—	0,1	1,7	**1,4**	0,2	—	0,1
12	0,2	0,1	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	**0,6**	—	—	—
14	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Kiew (1871/82).																	
2⁰	14,6	**14,8**	14,0	11,8	13,2	14,1	13,4	11,9	12,2	10,3*	11,7	12,2	154,2	**43,4**	39,1	37,5	34,2*
4	6,6	5,9	6,1	4,0	4,4	4,9	4,0	3,9	3,9	3,3	3,9	4,2	55,1	**18,6**	13,3	11,8	11,4*
6	3,2	2,5	2,5	1,3	1,3	1,3	0,8	0,9	1,2	1,0	1,2	1,3	18,5	**8,2**	3,9	2,9*	3,5
8	1,6	0,9	1,1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	6,3	**3,6**	1,1	0,6*	1,0
10	0,7	0,5	0,6	0,1	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,1	2,2	**1,8**	0,1	—	0,3
12	0,3	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,4	0,1	—	—
14	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—
16	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
18	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
St. Petersburg (1743/1878).																	
2	16,4	**18,1**	15,9	14,1	10,5	12,5	10,6	8,2	6,6*	7,4	9,6	12,6	142,7	**50,4**	37,1	25,4*	29,6
4	8,3	10,1	8,7	6,3	2,9	3,4	2,3	1,4	0,9	1,4	2,3	4,5	52,6	**27,1**	12,6	4,6*	8,2
6	3,0	5,7	4,4	2,7	0,7	0,7	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	1,5	20,1	**13,1**	4,1	0,7*	2,1
8	1,8	2,9	2,2	0,9	0,1	0,1	0,1	—	0,0	0,0	0,1	0,5	8,8	**6,9**	1,1	0,1*	0,6
10	0,8	1,3	1,1	0,2	0,0	0,0	—	—	—	0,0	0,0	0,1	3,8	**3,2**	0,2	—	0,2
12	0,3	0,6	0,5	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	0,1	1,6	**1,4**	0,0	—	0,1
14	0,1	0,3	0,2	—	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,7	**0,6**	0,0	—	0,0
16	0,0	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—
18	0,0	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
Archangelsk (1813/82).																	
2	19,7	**20,0**	17,5	16,3	14,8	15,5	16,0	13,7	11,8	9,5*	11,0	15,2	181,3	**57,2**	46,1	41,5	35,7*
4	11,7	12,7	9,8	7,9	6,3	6,0	7,0	4,6	2,8	2,5	3,3	7,6	82,9	**34,2**	20,2	14,4	13,4*
6	6,9	7,4	5,4	4,0	2,0	2,0	2,7	1,4	0,7	0,7	0,9	3,5	38,3	**19,7**	8,0	4,8*	5,1
8	4,0	4,5	2,8	2,1	0,6	0,6	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	1,5	18,0	**11,3**	3,3	1,1*	1,7
10	2,1	2,4	1,4	0,8	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,5	**5,9**	1,2	0.2*	0,6
12	1,2	1,3	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	—	—	0,0	0,2	4,2	**3,1**	0,4	0,0*	0,2
14	0,6	0,5	0,3	0,1	0,0	—	0,0	—	—	—	—	0,0	1,9	**1,4**	0,1	0,0	0,0
16	0,3	0,3	0,1	0,0	—	—	0,0	—	—	—	—	0,0	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0
18	0,2	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,5	0,3	—	—	0,0
20	0,1	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,3	0,1	—	—	0,0
22	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	—	—	0,0
Lugan (48,35⁰ N., 39,20⁰ E. 1837/82).																	
2	16,3	**17,9**	16,0	13,9	12,8	13,0	11,2	10,8	11,3	10,4*	13,9	13,9	161,4	**50,2**	39,7	33,3*	38,2
4	8,5	9,8	8,9	5,5	4,0	3,5	2,8	2,2	2,6	3,1	5,2	6,8	63,0	**27,2**	13,0	7,6*	15,1
6	4,3	5,2	4,1	2,3	1,1	1,1	0,7	0,5	0,5	0,8	1,8	2,3	24,9	**13,6**	4,5	1,7*	4,9
8	2,0	2,7	2,0	0,9	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,3	0,8	1,1	11,0	**6,7**	1,6	0,2*	2,2
10	1,2	1,4	1,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	5,3	**3,6**	0,6	0,1*	0,8
12	0,6	0,8	0,4	0,2	—	0,0	—	—	—	—	0,1	0,2	2,5	**1,8**	0,2	—	0,3
14	0,3	0,3	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,0	1,1	**0,8**	0,1	—	0,0
16	0,0	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,2	—	—	—
18	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,0	—	—	—
20	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	—	—	—
Katharinenburg (1831/82).																	
2	**20,4**	20,3	16,4	15,3	13,7	17,6	15,6	11,8	11,5*	12,7	14,5	16,4	186,6	**57,1**	46,6	38,9*	43,6
4	12,5	11,1	8,7	6,3	6,1	8,1	6,5	2,9	3,0	4,5	6,3	8,9	85,3	**32,3**	20,5	12,4*	19,7
6	7,2	6,1	4,2	2,5	2,3	3,2	2,3	0,6	0,9	1,4	2,8	4,5	38,5	**17,5**	8,0	3,8*	8,7
8	3,8	3,3	2,0	0,9	0,7	1,4	0,7	0,0	0,2	0,4	1,0	2,4	17,3	**9,1**	3,0	0,9*	3,8
10	1,9	1,8	0,7	0,4	0,3	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	1,2	7,7	**4,4**	1,1	0,3*	1,6
12	0,8	1,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,0	—	0,2	0,7	3,6	**2,2**	0,3	0,1*	0,9
14	0,4	0,7	0,1	0,0	—	0,0	—	—	—	—	0,0	0,4	1,8	**1,2**	0,0	—	0,4
16	0,2	0,3	0,0	—	0,0	0,0	—	—	—	—	0,0	0,2	0,8	**0,5**	0,0	—	0,2
18	0,1	0,1	—	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,1	0,3	0,2	0,0	—	0,1
20	—	0,0	0,0	—	—	0,0	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	0,0	—	—
Barnaul (1838/82).																	
2	**21,7**	21,6	19,0	19,1	15,6	18,0	14,1	10,3	9,6*	13,1	16,7	19,4	199,1	**62,3**	52,7	34,0*	49,2
4	15,4	14,4	12,0	10,3	6,9	8,2	5,0	2,0	2,6	5,2	7,5	12,2	102,7	**41,8**	25,4	9,6*	24,9
6	10,6	9,7	7,4	5,5	2,8	3,6	1,5	0,4	0,6	1,7	3,7	7,7	56,0	**27,7**	11,9	2,5*	13,1
8	6,8	5,6	4,6	2,6	0,8	1,5	0,6	0,0	0,1	0,4	1,8	4,8	30,3	**17,0**	4,9	0,7*	7,0
10	4,2	3,2	2,6	1,2	0,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,1	0,8	2,7	16,7	**10,0**	2,3	0,3*	3,6
12	2,6	1,8	1,2	0,4	0,1	0,3	0,1	—	—	0,0	0,3	1,4	8,8	**5,6**	0,8	0,1*	1,7
14	1,6	0,7	0,7	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—	0,1	0,7	4,6	**3,0**	0,2	—	0,8
16	0,7	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	0,0	0,4	2,3	**1,1**	0,0	—	0,4
18	0,3	0,1	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,1	1,1	**0,5**	0,0	—	0,1
20	0,1	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,5	0,1	0,0	—	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,3	0,0	0,0	—	0,0
24	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0	—	—	—	0,0

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Nertschinsk, Hüttenwerk (1839/81).																	
2°	17,0	15,1	13,7	15,4	15,1	16,9	12,0	9,2	8,1*	9,4	14,5	17,5	161,0	45,8	47,4	29,3*	41,4
4	8,9	7,3	6,4	6,4	6,4	6,9	3,5	1,6	1,8	2,5	5,4	7,9	65,3	22,6	19,7	6,9*	15,8
6	3,7	2,5	2,5	1,6	2,8	2,7	1,0	0,3	0,3	0,9	1,9	3,1	23,8	8,7	7,1	1,6*	5,9
8	1,7	1,0	0,6	0,5	1,0	1,0	0,3	0,1	0,0	0,2	0,7	0,9	8,5	3,3	2,5	0,4*	1,8
10	0,4	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,0	—	0,0	0,2	0,2	2,4	0,7	0,8	0,1*	0,4
12	0,1	0,0	—	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,3	0,0*	0,0*
14	—	0,0	—	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	0,0	—	0,2	0,0	0,0	—	0,0
Tokio (1876/88, 35,41° N. Br., 139,46° E. L. Gr.).																	
2	10,3	7,9	8,4	11,6	13,8	10,9	7,7	5,1	4,3*	7,9	7,9	9,7	105,5	26,6	36,3	17,1*	25,5
4	2,3	1,6	1,4	3,4	4,7	2,7	1,2	0,6	0,6	1,7	1,6	1,1	22,9	5,3	10,8	2,4*	4,4
6	0,2	0,2	0,7	0,9	1,3	0,4	0,1	0,1	—	0,4	0,2	0,2	4,7	1,1	2,6	0,2*	0,8
8	—	0,1	0,3	0,1	0,5	0,1	—	—	—	—	0,2	—	1,3	0,4	0,7	—	0,2
10	—	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,2	0,1	—	—
Hakodate (1874/88, 41,46° N. Br., 140,44° E. Gr.).																	
2	15,4	15,0	11,0	11,6	9,6	10,6	8,5	6,6*	7,3	8,5	12,3	15,3	131,7	41,4	31,8	24,4*	36,1
4	6,4	5,3	3,7	3,1	1,5	2,1	1,0	0,6	1,4	1,4	3,9	5,8	36,2	15,4	6,7	3,0*	11,1
6	1,8	1,6	0,9	0,5	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,8	1,6	8,3	4,3	1,1	0,4*	2,5
8	0,7	0,4	0,2	0,1	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	0,4	2,1	1,3	0,2	0,1*	0,5
10	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,1	—	—	0,1
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—	0,1
Lissabon (1856/63).																	
2	8,4	4,5	4,9	3,4	2,6*	4,2	5,1	7,6	5,9	4,6	5,1	5,1	61,4	17,8	10,2*	18,6	14,8
4	0,6	0,4	0,5	0,1	0,2	0,8	1,4	1,3	1,2	0,4	0,1	0,4	7,4	1,5	1,1	3,9	0,9*
6	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—	0,4	—	—	0,4	—
Madrid (1866/71).																	
2	10,2	7,0	4,5*	8,2	11,3	10,8	12,2	9,4	12,1	8,2	8,6	7,0	110,5	21,7*	30,3	34,7	23,8
4	2,0	1,7	0,7	1,5	2,1	2,5	2,5	1,9	2,1	2,0	0,8	1,2	21,0	4,4	6,1	6,5	4,0*
6	—	0,5	—	0,3	0,3	0,5	1,0	0,2	0,8	0,5	—	—	4,1	0,5*	1,1	2,0	0,5*
8	—	0,2	—	—	—	0,2	—	—	—	0,3	—	—	0,7	0,2	0,2	—	0,3
Mailand (1857/66).																	
2	7,7	7,5	6,5	6,4	7,1	8,1	8,1	7,7	5,2	4,8	4,5*	6,1	79,7	21,7	21,6	21,0	15,4*
4	1,7	1,1	0,6	0,6	1,3	0,9	1,4	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	11,8	3,4	2,8	3,2	1,8*
6	0,3	0,3	—	0,1	0,3	0,1	0,3	—	0,2	0,2	—	—	1,9	0,6	0,5	0,5	0,2*
Neapel (3 Jahre).																	
2	5,6	2,3*	3,0	3,0	6,0	9,0	4,0	3,0	3,0	4,4	6,7	6,4	56,4	10,9	18,0	10,0	17,5
4	1,3	—	—	0,5	0,7	—	0,3	—	—	0,7	0,7	0,7	4,9	1,3	1,2	0,3	2,1
Athen (1859/61).																	
2	9,1	9,7	8,4	8,3	9,0	10,0	6,3	4,3*	6,6	5,0	6,0	7,0	89,7	27,2	27,3	17,2*	18,0
4	1,7	2,7	1,7	2,0	2,3	0,7	1,0	0,3	0,3	1,7	0,7	1,7	14,8	6,1	5,0	1,6*	2,1
6	1,0	1,0	1,0	0,3	0,3	—	—	0,3	—	—	—	1,0	4,9	3,0	0,6	0,3*	1,0
Kairo (4 Jahre).																	
2	3,0	5,3	6,7	8,8	11,5	10,4	6,8	2,2	3,0	2,3	1,7*	2,7	64,4	15,0	30,7	12,0	6,7*
4	—	0,5	1,5	0,8	3,7	4,2	1,6	0,5	—	—	—	—	12,8	2,0	8,7	2,1	—
6	—	—	0,2	—	1,2	1,8	0,6	—	—	—	—	—	3,8	0,2	3,0	0,6	—
8	—	—	—	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	0,4	—	0,4	—	—
Arktischer Archipel (5 Stationen).																	
2	18,3	18,1	13,9	14,2	15,8	10,1	4,0	6,9	3,6*	11,0	16,5	16,7	149,1	50,3	40,1	14,5*	44,2
4	9,6	8,8	5,9	7,4	8,2	1,8	0,4	1,2	0,3	3,3	7,8	8,0	72,7	24,3	17,4	1,9*	19,1
6	4,8	3,3	2,4	2,2	3,1	0,5	0,3	0,3	—	0,9	3,8	3,9	22,5	10,5	5,8	0,6*	5,6
8	2,0	1,4	0,8	1,1	0,8	0,5	—	—	—	—	1,4	2,0	10,0	4,2	2,4	—	3,4
10	1,3	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	0,3	0,8	3,8	2,3	0,4	—	1,1
12	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	0,1	0,2	1,3	0,6	0,4	—	0,3
14	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,3	0,1	—	—	0,2
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—	0,1
Jakobshavn (1846/50).																	
2	16,0	16,8	15,4	17,8	12,8	9,6	10,6	8,2*	8,6	10,4	16,0	17,6	119,8	48,2	40,2	27,4*	44,0
4	9,0	9,2	8,0	9,2	6,0	1,8	5,2	1,8	1,4	3,2	5,0	7,4	67,2	26,2	17,0	8,4*	15,6
6	4,6	4,4	4,4	5,0	3,2	1,0	1,4	0,8	0,2	1,2	1,4	2,6	30,2	13,4	9,2	2,4*	5,2
8	2,2	2,0	3,0	2,6	1,0	0,4	—	0,2	—	0,6	0,4	1,2	13,6	7,2	4,0	0,2*	2,2
10	0,4	1,6	0,8	1,2	0,2	—	—	—	—	—	0,4	0,2	4,8	2,8	1,4	—	0,6
12	0,4	1,0	0,8	0,6	—	—	—	—	—	—	0,2	—	3,0	2,2	0,6	—	0,2
14	0,2	0,8	0,2	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	1,2	0,4	—	—
16	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—

Um mindestens	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
								Toronto (6 Jahre).									
20⁰	20,3	20.4	18,6	16,2	13.6	13.7	13.1	13,2	9,3*	16,0	14,8	16,0	185,2	59,3	43,5	35,6*	46,8
4	10,5	11.9	10.9	7,2	3,9	3.7	3,3	3.5	2,6	6,8	5,5	6,3	74,2	31.4	11.8	9,4*	18,6
6	4,3	7,2	5,6	2,7	1,3	1,0	0,6	0,7	0,9	1,8	1,8	1,3	29,2	17,1	5,0	2,2*	4,9
8	2,1	3,2	2,4	0,9	0,5	—	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	11.0	7,7	1,4	0,8*	1,1
10	1,4	1,7	1.3	0,2	—	—	—	—	—	0,2	—	0,3	5,5	4,4	0,2	—	0,5
12	0,8	0,7	0,8	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	2,3	0,2	—	—
14	0,3	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	1,5	—	—	—
16	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	—
								Washington (1840/49).									
2	18,6	18,4	17,5	19,1	16,3	12,9	6,7	4,0*	5,7	9,4	15,8	20,1	164,5	54.5	48,3	16,4*	45,3
4	10,2	10,6	10,7	10,2	6,6	3.4	1,1	0,7	0,9	2,0	6,6	9,1	72,1	31,5	20,2	2,7*	17,7
6	7,0	6,4	5,9	4,9	2,7	0,9	0,2	0,1	0,2	0,3	2,7	5,3	36,6	19,3	8,5	0,5*	8,3
8	3,4	3.0	2,7	1,7	1,0	0,1	—	—	—	0,1	0,9	2,1	15,0	9,1	2,8	—	3,1
10	2,0	1,9	1.6	0,7	0,2	—	—	—	—	—	0,1	1.4	6,9	5,5	0,9	—	0,5
12	0,9	1,0	0,8	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	0,7	3,7	2,7	0,3	—	0,7
14	0,1	0,6	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,0	—	—	—
16	0,1	0,4	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7	0.6	0,1	—	—
18	—	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	—
20	—	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	—	—	—
								Winnipeg (3 Jahre).									
2	22,2	22,9	19,9	21,8	16,8	18,3	15,7	17,2	14,0*	16,9	18,7	20,9	225,3	65,0	56,9	46,9*	56,5
4	11,9	16.6	12.9	12,0	8,0	10,1	7,7	6,4	4 3	5,6	7,7	13,6	116.8	41,4	30,1	18,4*	26,9
6	7,6	12,3	8,9	8,0	5,0	4,6	2,7	2,2	0,3	2,3	3,7	8,3	65,9	28,8	17,6	5,2*	14,3
8	4.3	7.6	4,6	4,5	3,0	0,8	0,7	0,7	—	—	0,7	3,6	30,5	16.5	8,3	1,4*	4,3
10	2,3	5,9	2,3	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	—	—	0,5	2,6	18,5	10,5	4,5	0,4*	3,1
12	1,3	2.6	1,0	0,8	—	—	—	—	—	—	—	0,9	6,6	4 9	0,8	—	0,9
14	0,3	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	1,8	1,2	—	—	0,6
16	—	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	1,2	0,9	—	—	0,3
18	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,9	0,6	—	—	0,3
20	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,3	—	—	—
								Georgetown (6 Jahre, 6,46⁰ N., 58,8⁰ W. v. Gr.).									
2	1,2	1,2	1,0	0,5*	1,2	1,7	1,5	1,7	2,0	0,5*	0,6	1 3	14.2	3.2	3,4	5,2	2,4*
								Bahia blanca (1860/80, 38,45⁰ S., 62,11⁰ W. v. Gr).						S.	H.	W.	F.
2	19,8	19,1	15,4	16,6	15.7	15,0	12,7*	14 1	15,9	16,1	15,8	18,0	194.2	54,3	47.3	42,7*	49,9
4	10,0	9,4	6,8	6,6	5.5	4,9	4,4	4,6	5,8	5.8	6,9	7,6	78,3	26,2	17,0	14,8*	20,3
6	3,9	2.7	2,8	2.2	1,3	1,3	0,7	1,3	1,3	1,7	1,7	2,5	23,4	9,4	4,8	3.3*	5,9
8	0,9	0,7	0,4	0,5	0,3	0,3	0,1	0,4	0,2	0,6	0,3	0,5	5,2	2,0	1,1	0,7	1,4
								Buenos Ayres (2 Jahre).									
2	15,0	14,0	6,0	8,0	7,0	6,0*	6,0	11,7	12,0	11,0	15,0	12,5	124,2	35,0	21,0*	29,7	38,5
4	1,0	2,0	2,0	2,0	—	1,0	—	4,7	3,0	3,5	3.5	4,5	27,2	5,0	3.0*	7,7	11,5
6	—	—	—	1,0	—	—	—	—	1,0	—	1,0	—	3,0	—	1,0	1,0	1,0
								Mendoza (2 Jahre, 32,51⁰ S., 67,32⁰ W. v. Gr).									
2	13.3	11,6	10,0	11,0	6,5	5,5*	5,5*	12,0	12,0	12,0	13.0	12,3	124,7	34,9	23,0*	29.5	37,3
4	4.0	2,8	3.0	3,5	1,5	1,5	1,5	4,0	2,5	4,0	3.5	3,0	34,8	9,8	6,5*	8,0	10,5
6	1,3	0,4	0,5	1,5	0.5	0,5	0,5	1.5	1,0	1,0	0,5	0,7	9,9	2,2*	2,5	3,0	2,2*
8	0,6	0,4	0,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	1,5	1,0	—	—
								Capstadt (1841/46).									
2	4,9	5,0	6,3	5,9	7,6	6,5	8,4	5,7	7,2	4,4*	5,5	4,5	71,9	16.2	20,0	21,3	14,4
4	—	0,7	0,5	0,4	1,1	0,2	1,4	0,6	0,7	—	0,5	0,2	6,3	1,2	1,7	2,7	0,7
6	—	—	—	0,2	—	—	—	—	0,2	—	—	—	0,4	—	0,2	0,2	—
								Sydney (1867/72).									
2	12,3	10,5	10,2	6,7*	7,9	7,9	7,4	12,1	10,3	9,8	13,6	11,5	120,5	33,0	22,5*	29,8	34,9
4	4,8	3.0	2,3	1,3	0,9	0,7	0,6	2,8	3,7	2,1	6,3	4,0	32,5	10,1	2,9*	7,1	12,4
6	1,4	0,9	0,6	0,2	—	—	0,2	0,7	—	0,7	2,3	1,2	8,2	2,9	0,2*	0,9	4,2
8	0,3	—	—	—	—	—	—	0,5	—	0,5	0,7	—	2,0	0,3	—	0,5	1,2
10	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
								Melbourne (6 Jahre).									
2	13,0	16,7	10,0	13,2	10,0	7,7	62,*	7.4	7,1	12,4	12,7	14,5	130 9	39,7	30,9	20,7*	39,6
4	5,0	7,0	3,5	4,2	2,1	1,5	0,5	0,2	1,8	3.9	5,2	7,7	42,6	15,5	7,8	2,5*	16,8
6	2,3	4.2	1,3	1,2	0,3	0,2	—	—	—	0,7	1.5	2,5	14,2	7.8	1,7	—	4,7
8	0,5	1,5	0,5	—	—	—	—	—	—	0,2	0,7	0,7	4,1	2,5	—	—	1,6
10	0,3	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,2	1,4	0,9	—	—	0,5
12	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	—

Betrachten wir zunächst die Häufigkeit der Temperaturänderungen von Tag zu Tag von mindestens 2°[1]), so erhalten wir fast genau dasselbe Bild, wie für die mittlere Veränderlichkeit in Tabelle S. 92. Die geringste Veränderlichkeit finden wir in den niederen Breiten; von dort aus nimmt sie nach den Polen unregelmässig zu, und erreicht nicht an den Polen selbst, sondern in dem Innern der Kontinente ihren höchsten Werth. Der Einfluss der maritimen und kontinentalen Lage zeigt sich ganz deutlich, wenn wir von Westeuropa ostwärts durch den europäisch-asiatischen Kontinent fortschreiten. An den Westküsten Mitteleuropas ändert sich im Jahresmittel die Temperatur von Tag zu Tag durchschnittlich nur an etwa 100 Tagen um mehr als 2°, an der Ostgrenze Deutschlands schon an 140 (im Riesengebirge an 175 Tagen), in Westsibirien an etwa 190 Tagen, im centralen Asien an mehr als 200 Tagen, während an den Ostküsten Asiens die Häufigkeit wieder auf etwa 100 herabsinkt. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen sich in Nordamerika, in dessen Innerem die Häufigkeit 200 Tage übersteigt. Dabei zeigen die einzelnen Orte je nach ihrer Lage wieder erhebliche Abweichungen von einander.

In der jährlichen Periode fällt das Maximum der Häufigkeit einer grösseren Temperaturschwankung in der nördlichen Hemisphäre auf den Winter, namentlich auf den Januar und December, das Minimum in den Sommer; auf der Südhemisphäre fällt das Maximum meist in das südhemisphärische Frühjahr, das Minimum meist in den Herbst und Winter; Bahia blanca und Melbourne haben das Maximum im südhemisphärischen Sommer, das Minimum im Winter. Die Mittelmeerländer zeigen das Maximum der Häufigkeit im Spätfrühling oder im Frühsommer, während das Minimum in den Herbst oder in den Winter fällt.

Die Häufigkeit der Schwankungen der Temperatur von Tag zu Tag von mindestens 4°[2]) ist schon bedeutend seltener als diejenige von mindestens 2°. In den Tropen dürfte eine solche Schwankung kaum mehr vorkommen. Im Nordseegebiete und im westlichen Deutschland kommen noch an etwa 20—30 Tagen im Jahre derartige Schwankungen vor, im östlichen Deutschland steigen sie über 50 Tage an, im Riesengebirge auf 70, weiter nach Osten hin nehmen sie immer mehr zu, überschreiten im centralen Asien

[1]) Vergl. die eingeschriebenen Zahlen der Karte in Fig. 8.

[2]) Vergl. die eingeschriebenen Zahlen der Karte in Fig. 9.

100 Tage, nehmen dann ostwärts wieder ab und erreichen an den Ostküsten Asiens nahezu denselben Werth, wie an den europäischen Küsten mittlerer Breiten. Grösser ist die Häufigkeit im allgemeinen in Nordamerika, wo in den inneren Gebietstheilen weit über 100 Tage vorkommen, an welchen die interdiurne Aenderung 4° übersteigt. In Südafrika und Südaustralien ist die Häufigkeit verhältnissmässig gering, grösser dagegen in Südamerika. Die jährliche Periode ist dieselbe, wie diejenige von mindestens 2°. Ueberhaupt spiegelt sich auch in diesen Schwankungen die mittlere Veränderlichkeit der Temperatur, wie sie in der Tabelle auf S. 92 dargestellt ist, vollständig wieder.

Interdiurne Schwankungen von mindestens 6° kommen in den subtropischen Gegenden zwar noch vor, indessen sind dieselben sehr selten und erreichen fast überall die Häufigkeit von 10 Tagen nicht. In Deutschland liegt die Häufigkeit zwischen 3 und 24, aber im Inneren Asiens und ebenso im Innern Nordamerikas kommen noch über 60 Tage mit solchen Schwankungen vor.

Schwankungen über 8° finden in Westdeutschland durchschnittlich höchstens 1—2mal im Jahre statt, in Ostdeutschland höchstens 10mal, während ihre Häufigkeit im Innern Asiens und Nordamerikas noch auf 30 Tage steigt.

In Sibirien sowie im Innern von Nordamerika kommen in einzelnen Jahrgängen gelegentlich noch Schwankungen über 20° vor, allein diese erreichen nicht die mittlere Häufigkeit eines Tages im Jahre.

Betrachten wir nun die Veränderlichkeit in Deutschland, welche uns am meisten interessirt, so finden wir zunächst die geringste Veränderlichkeit auf den Nordseeinseln (Helgoland Mittel 1,14°, kleinste im September 0,87°, grösste im December 1,41°; es ist die kleinste Veränderlichkeit in Centraleuropa, nicht allein im Jahresmittel, sondern auch in jedem Monat), die grösste in den Gebirgslandschaften (Schneekoppe 1600 m Seehöhe 2,39°, Minimum im September 2,01°, Maximum im December 2,65°. In den Küstengebieten ist sie etwas grösser als auf den Nordseeinseln, und nach dem Binnenlande nimmt sie zu, namentlich bei Annäherung an das Gebirge. Ueberhaupt gilt als Regel, dass die Veränderlichkeit vom Meere nach dem Innern des Kontingentes hin wächst, und ebenso mit der stärkeren vertikalen Gliederung des Landes. — Das Hauptmaximum fällt in die Wintermonate (December), das Hauptminimum beim Uebergang des Spätsommers zum Herbste, ein schwächeres Maximum findet sich durchschnittlich

im Juni, während in den Frühlingsmonaten ein schwächeres Minimum stattfindet. — Es sei noch bemerkt, dass grössere Städte die Veränderlichkeit abstumpfen, ebenso wie die Temperaturextreme.

Interdiurne Aenderungen unter 2° sind in Deutschland entschieden häufiger als solche, welche grösser sind, so dass man in allen Monaten des Jahres an mehr als an der Hälfte der Tage kleinere Aenderungen der mittleren Tagestemperatur erwarten kann als 2°. Dabei verhalten sich aber die einzelnen Orte je nach ihrer Lage sehr ungleichmässig. Während auf Helgoland durchschnittlich nur an 67 Tagen (in Hela an 89) Aenderungen vorkommen, welche 2° erreichen oder überschreiten, zeigen im Riesengebirge fast die Hälfte aller Tage grössere Aenderungen als 2°, im Winter aber mehr als die Hälfte. Es zeigt sich überhaupt, dass Schwankungen von mindestens 2° um so häufiger sind, je grösser die mittlere Veränderlichkeit ist.

Um 4° und mehr ändert sich im Westen die Temperatur von Tag zu Tag an etwa 20, im Osten an 40, im Riesengebirge an 70 Tagen (in München an 48 Tagen). Aenderungen von mindestens 8° kommen in Westdeutschland 1—3mal, im ostdeutschen Tiefland höchstens 10mal, aber im Riesengebirge 24mal im Jahre vor (München 13 Tage).

Eine vergleichende Zusammenstellung der Häufigkeit grösserer Temperaturschwankungen für Berlin und Breslau giebt die folgende Tabelle, in welcher der 39jährige Zeitraum von 1848—1886 zu Grunde gelegt ist (nach Perlewitz).

Temperaturänderungen von mindestens 4° von Tag zu Tag für Berlin und Breslau.

Intensität °C.	Erwärmungen			Abkühlungen			Monate	Erwärmungen			Abkühlungen		
	Berlin	Breslau	Breslau mehr	Berlin	Breslau	Breslau mehr		Berlin	Breslau	Breslau mehr	Berlin	Breslau	Breslau mehr
15,9—15,0	—	1	1	—	—	—	Dec.	92,5	91,5	—1,0	66,5	91,0	24,5
14,9—14,0	—	1	1	—	—	—	Jan.	67,5	93,5	26,0	60,5	82,0	21,5
13,9—13,0	1	1	0	—	2	2	Febr.	46,0	72,0	26,0	47,5	61,5	14,0
12,9—12,0	2	5	3	—	2	2	März	47,5	58,5	11,0	37,0	63,5	26,5
11,9—11,0	2	1	—1	2	6	4	April	34,5	63,5	29,0	62,5	86,5	24,0
10,9—10,0	1	8	7	2	9	7	Mai	43,0	70,0	27,0	60,5	81,5	21,0
9,9— 9,0	6	9	3	3	14	11	Juni	37,5	41,0	3,5	66,5	91,0	24,5
8,9— 8,0	10	15	5	12	29	17	Juli	23,5	36,0	12,5	52,5	75,0	22,5
7,9— 7,0	22	27	5	39	68	29	August	13,5	25,5	12,0	40,5	66,0	25,5
6,9— 6,0	52	75	23	61	111	50	Sept.	16,0	28,0	12,0	23,5	69,5	46,0
5,9— 5,0	112	155	43	148	234	86	October	20,5	32,0	11,5	35,5	63,0	27,5
4,9— 4,0	280	365	85	317	410	93	Nov.	46,0	51,5	5,5	31,0	54,5	23,5
Summa	488	663	175	534	885	301	Jahr	488	663	175	581	885	301
Mittel	12,5	17,0	4,5	15,0	22,7	7,7							

Hervorzuheben ist die erheblich grössere Veränderlichkeit zu Breslau gegenüber derjenigen von Berlin, worin sich der kontinentalere Charakter Breslaus entschieden ausspricht. Die Unterschiede in den einzelnen Monaten sind bei den Erwärmungen etwas ungleichmässig vertheilt, und insbesondere sind die geringen Unterschiede im Juni, November und December auffallend, ja im letzteren Monate zeigt Berlin einen geringen Ueberschuss an Erwärmungen. Gleichmässiger dagegen sind die Unterschiede bei den Abkühlungen über das Jahr vertheilt, der Februar zeigt die geringsten, der September die grössten Unterschiede.

Die grössten Erkaltungen von Tag zu Tag entfallen für unsere Gegenden durchschnittlich auf den Winter, gegen das Frühjahr nimmt die Zahl derselben erheblich ab, nach dem Sommer hin wird sie wieder bedeutend grösser, um dann gegen den Herbst hin wieder geringer zu werden. Die folgende Tabelle giebt die mittlere Häufigkeit einer Erkaltung von mehr als 5°.

Mittlere Häufigkeit einer Temperaturdepression von mehr als 5° C. (nach Hann).

	Oxford	Paris	München	Wien	Leipzig	Berlin	Karabagh Krim	Barnaul SW-Sibirien	Peking	Marietta N-Amerika	Brunswick N-Amerika	Melbourne
December .	**1,4**	1,0	1,1	0,7	**1,2**	1,4	**0,8**	**7,1**	2,0	**4,8**	5,0	1,8
Januar . .	0,7	0,8	**2,7**	**1,3**	0,7	1,2	0,7	6,2	1,2	4,3	5,8	3,3
Februar . .	0,9	0,5	1,6	1,0	0,5	0,9	0,5	5,5	2,0	4,0	4,5	1,2
März . . .	0,4*	0,7	0,9*	0,7*	0,6	0,8	0,5	5,0	1,7	4,7	3,4	2,0
April . . .	0,3	0,8	1,4	1,0	0,5	1,1	0,5	1,8	0,8	3,8	2,4	0,8
Mai . . .	0,5	0,5	1,8	0,8	**1,3**	1,1	0,1	**3,7**	2,2	2,1	2,1	0,5
Juni . . .	0,4	**1,3**	**1,9**	**1,2**	1,1	1,0	0,6	2,5	2,0	1,1	2,2	0,0
Juli . . .	0,1	0,5	1,2	1,1	**1,3**	0,9	0,0	1,4	1,6	0,7	1,3	0,0
August . .	0,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,6	0,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,5
September .	0,0*	0,4	0,8	**1,2**	0,5	0,6	0,6	3,0	1,0	2,2	2,7	0,8
October . .	1,1	0,8	0,5*	0,7*	0,3	0,5	0,8	3,5	1,8	2,6	2,1	1,7
November .	1,1	0,5	1,1	0,7*	0,7	0,6	0,7	6,5	1,6	4,0	3,1	2,3
Winter . .	**3,0**	2,3	**5,4**	3,0	2,4	**3,5**	**2,0**	**18,8**	**5,2**	**13,1**	**15,3**	0,5*
Frühling . .	1,2	2,0	4,1	2,5*	2,4	3,0	1.1	10,5	4,7	10,6	7,9	4,8
Sommer . .	0,6*	**2,9**	4,2	**3,4**	**3,1**	2,5	0,9*	5,0*	4,6	2,7*	4,3*	**6,3**
Herbst . .	2,2	1,7*	2,4*	2,6	1,5*	1,7*	**2,1**	13,0	4,4*	2,8	7,9	3,3
Jahr . . .	7,0	8,9	16,1	11,5	9,4	10,7	6,1	47,3	18,9	35,2	35,4	14,9

Aus dem Zeitraum 1848—1885 führt Perlewitz (im Programm des Sophien-Realgymnasiums 1886) für Berlin 22 Erwär-

mungen und 19 Abkühlungen von 8° und mehr an, von denen 9 Erwärmungen in den December, 6 in den Januar, 4 in den Februar, 2 in den März und 1 in den November fallen, während demgegenüber 2 Abkühlungen in den December, 5 in den Januar, 2 in den Februar, 1 in den März, 2 in den April, 3 in den Juni, 1 in den Juli entfallen. Von den 3 übrigen grossen Schwankungen über 12°, die in diesem Zeitraum stattfanden, kamen 2 im Januar und 1 im December vor. Perlewitz giebt für Breslau 18 Fälle von Temperaturänderungen von mindestens 12° in dem Zeitraume von 1791 bis 1886, und zwar 9 Erwärmungen und eben so viele Abkühlungen an. Von den Erwärmungen entfallen in den December 6, in den Januar 3, von den Abkühlungen ereigneten sich 2 im December, 3 im Januar, 1 im Februar, 2 im April und 1 im März. Man ersieht hieraus, dass die grösseren Erwärmungen im Winter, dagegen die grösseren Abkühlungen auch im Frühjahr und im Sommer in unseren Gegenden vorkommen. Nach derselben Untersuchung zeigte sich, dass bei den grössten Aenderungen bis zu 12° herab sich allerdings beide Arten der Aenderung noch in gleicher Anzahl gegenüberstehen, dann aber wird die Zahl der Abkühlungen den Erwärmungen gegenüber beständig grösser, so dass die ersteren bis zu 5° herab durchschnittlich 60% der Gesammtzahl ausmachen. „Bei 4° tritt wieder eine kleine Abnahme (auf 56%) ein, welche den Schluss wahrscheinlich macht, dass nun allmählich nach unten zu der Ausgleich eintreten wird. Im Uebrigen gewinnt dieses Uebergewicht negativer grosser Aenderungen eine noch grössere Bedeutung, wenn man es mit der anfangs ermittelten Thatsache in Verbindung bringt, dass im Laufe des Jahres die Anzahl aller Erwärmungen grösser ist als die der Abkühlungen. Wenn aber gleichzeitig im Winter beide Arten hoher interdiurner Temperaturänderungen fast gleich häufig sind, ja sogar die Erwärmungen etwas überwiegen (daher erklärt sich auch die gleiche Anzahl beider Arten bis zu 12° herab), so müssen einmal die negativen Aenderungen ihr Uebergewicht den übrigen Jahreszeiten verdanken, andererseits die Extreme für die Anzahl der Erwärmungen in den einzelnen Monaten viel weiter aus einander liegen, als bei den Abkühlungen. Was z. B. den ersten Punkt betrifft, so herrschen ganz besonders im Sommer nicht nur die negativen Schwankungen entschieden vor (484 = 65% gegen 258 = 35%), sondern erreichen auch eine viel bedeutendere Höhe, denn während die höchste positive Schwankung des Sommers nur 7,9° beträgt,

gehen die negativen bis zu 11,3° hinauf und waren überhaupt in 20 Fällen höher als 7,9°. Auch im Frühjahr und Herbst sind negative interdiurne Temperaturänderungen noch zahlreicher und höher als positive, doch nicht mehr in demselben Maasse; sie betragen im Frühjahr noch 55 %, im Herbst noch 61 % der Gesammtzahl. Begnügt man sich mit einer höheren Grenze, z. B. 6—7 °, so tritt das Uebergewicht der negativen Schwankungen in diesen 3 Jahreszeiten selbstverständlich noch viel entschiedener hervor, jedoch geht dann das Maximum desselben allmählich auf das Frühjahr über, während der Procentsatz im Herbst etwas zurückgeht."

Hiermit im Zusammenhange stehen die starken Kälterückfälle im Juni und dann diejenigen im Monat Mai, die sich aber nicht auf gewisse Tage, wie beispielsweise die „Eisheiligen", beschränken.

Die Vertheilung der Temperatur über die Erdoberfläche.

Abweichend von der bisher gebräuchlichen Methode haben wir darauf verzichtet, hier die mittleren Wärmeverhältnisse des Erdballes durch Isothermenkarten darzustellen. Denn einestheils finden sich derartige Karten in jedem grösseren Atlas [1]) oder Conversationslexikon, andererseits haben diese Karten für unsere Zwecke doch nur einen bedingten Werth. Als jedenfalls willkommenen Ersatz haben wir oben S. 87 ff. Temperaturtabellen für die die Jahreszeiten vertretenden Monate gegeben, welche auch die nun folgenden tabellarischen und kartographischen Darstellungen ergänzen sollen. Viel geeigneter erscheint es, neben der Höhe der Temperatur auch die Dauer ihrer Einwirkung zu betrachten. Ganz anders ist beispielsweise die Einwirkung auf den menschlichen Organismus, wenn die Mitteltemperatur nur einige Monate über etwa 18 bis 20° steigt, wie in den gemässigten Klimaten, oder wenn sie das ganze Jahr über diesem Werthe verharrt, wie in den tropischen Gegenden; daher der grosse Unterschied zwischen den Gesundheitsverhältnissen der Bewohner der gemässigten Zonen und derjenigen der Tropen.

---

[1]) Die neuesten Isothermen- (und auch Isobaren- und Wind-) Karten, welche auch das nautische Material in ausgiebiger Weise berücksichtigen, finden sich in dem eben erscheinenden Debes'schen Handatlas.

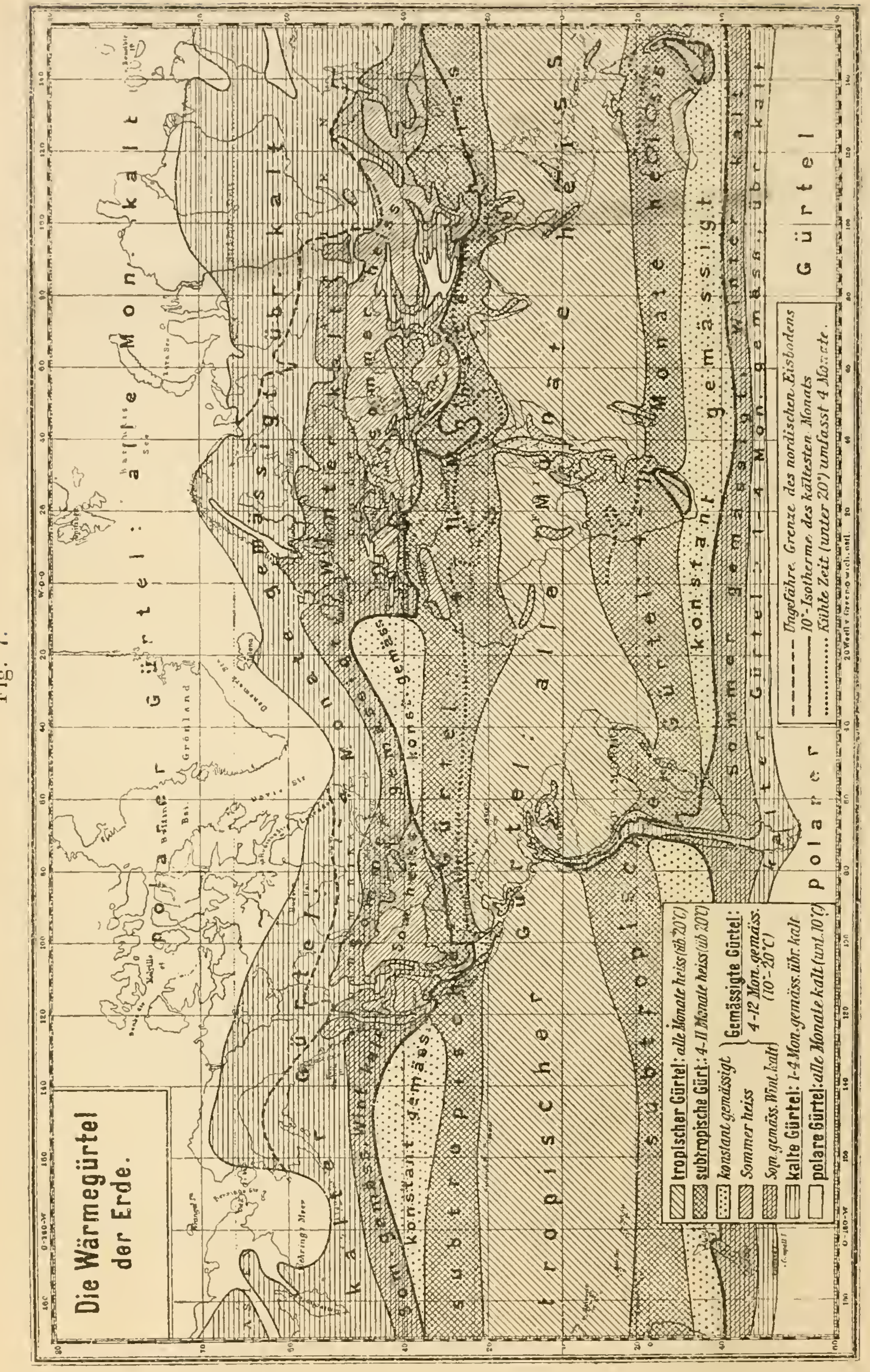
Im Folgenden geben wir eine Uebersicht der Wärmezonen unserer Erde mit Benutzung des von Köppen[1]) gegebenen Materials, indem wir die Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und die Wirkung der Wärme auf die organische Welt berücksichtigen.

Die Polargrenze des Baumwuchses fällt nahezu zusammen mit der Isotherme 10° des wärmsten Monats; ausserhalb dieser Grenze kommen Bäume, selbst in verkümmertem Zustande, nicht mehr vor, und nahe dieser Waldgrenze liegen die letzten Waldinseln in der Tundra. Eine andere wichtige Grenzlinie ist diejenige, welche die Orte verbindet, in welchen die mittlere Tagestemperatur von 10° vier Monate dauert. Mit letzterer fällt die Grenze der Eiche und jene der Weizenkultur zusammen. Während jenseits der Waldgrenze der Ackerbau nicht mehr möglich ist und die jagdbaren Thiere fast nur noch im Meere zu finden sind, werden zwischen den beiden eben genannten Grenzen die Vegetationszeiten verkürzt, die Feldarbeiten auf kurze Zeit zusammengedrängt und in der langen Winterszeit Beschäftigung und Erwerb nach anderen Richtungen hingeleitet. Bei solchen klimatischen Verhältnissen werden die Lebensverhältnisse der Menschen auf mannigfache Weise beeinflusst. Andererseits erscheint ein anderer Schwellenwerth der Temperatur von Bedeutung, nämlich diejenige Temperatur, welche uns als Temperatur unserer Wohnräume erfahrungsgemäss am zuträglichsten ist; wir nehmen diese zu 20° an. Hiernach erhalten wir einen tropischen, zwei gemässigte, zwei kalte und zwei polare Gürtel, welche wir in Fig. 7 übersichtlich dargestellt haben. Hierbei ist zu bemerken, dass hier nur von Mittelwerthen die Rede ist, bei welchen die täglichen, insbesondere aber die unperiodischen Schwankungen nicht zum Ausdruck kommen.

1. Der Tropengürtel zeichnet sich aus durch hohe Wärme während des ganzen Jahres und sehr geringe Schwankungen derselben. Die Tagesmittel der Temperatur liegen während des ganzen Jahres über 20°. Jahreszeiten sind hier nicht vorhanden oder werden nur nach den Regenzeiten unterschieden. Im grossen Ganzen liegt dieser Gürtel sowohl auf der Nord- als auch auf der Südhemisphäre zwischen den Wendekreisen. In kontinentalen Gegenden am Nordrande dieses Gürtels erreicht oder übersteigt die Temperatur

[1]) Ich folge hier den Ausführungen Köppen's in der Meteorologischen Zeitschrift 1884, S. 215. Auch die Karte Fig. 7 ist mit geringen Abänderungen nach Köppen construirt worden.

Fig. 7.


Die Wärmegürtel der Erde.
tropischer Gürtel: alle Monate heiss (üb. 20°C)
subtropische Gürt.: 4-11 Monate heiss (üb. 20°C)
konstant gemässigt
Sommer heiss
Som. gemäss. Wint. kalt
Gemässigte Gürtel: 4-12 Mon. gemäss. (10°-20°C)
kalte Gürtel: 1-4 Mon. gemäss. übr. kalt
polare Gürtel: alle Monate kalt (unt. 10°C)
Ungefähre Grenze des nordischen Eisbodens
10°-Isotherme des kältesten Monats
Kühle Zeit (unter 20°) umfasst 4 Monate.
polarer Gürtel: alle Monate kalt
tropischer Gürtel: alle Monate heiss
subtropischer Gürtel
polarer Gürtel

des wärmsten Monats 30°. An der Nord- und Südgrenze des tropischen Gürtels liegen die subtropischen Zonen. Hier haben mindestens ein und höchstens acht Monate gemässigte Temperatur, während die heisse Jahreszeit mindestens vier Monate umfasst. Wegen der grösseren Tageslänge und der geringeren Bewölkung werden hier beim höchsten Sonnenstande höhere Wärmemaxima erreicht, als selbst am Aequator.

2. Die beiden gemässigten Wärmegürtel haben mindestens 4 Monate, in welchen gemässigte Temperaturen, zwischen 10° und 20°, herrschen, und nicht mehr als 4 Monate, in welchen die heissen Temperaturen (über 20°) anhalten, wobei in einzelnen Monaten diese Schwellenwerthe nach oben und nach unten hin weit überschritten werden können. Diese Gürtel zerfallen wieder in je drei Unterabtheilungen, nämlich:

a) Der gemässigt sommerheisse Gürtel hat wenigstens einen Monat mit einer Temperatur über 22° und mindestens 4 Monate, deren Mitteltemperatur unter 10° liegt; er ist nur dem Kontinente eigen. In diesem Gürtel (ausser im östlichen Nordamerika und in Ostasien) tritt im Sommer regelmässig Dürre ein, so dass die Gartenkultur, zum Theil auch der Feldbau, durch Bewässerung unterstützt werden muss. In den kontinentalen Theilen dieses Gürtels sind Wüsten und Steppen vorwaltend, welche gegen die nördlicher gelegene Waldregion stark contrastiren. Auf der Südhemisphäre ist dieser Gürtel nur auf drei kleine Festlandsflächen begrenzt.

b) Der beständig gemässigte Wärmegürtel, welcher keinen Monat über 20° oder unter 10° aufweist, beschränkt sich nur auf die Oceane.

c) Der sommerkühle Gürtel hat mindestens 4 und höchstens 11 Monate mit einer Mitteltemperatur zwischen 10° und 20° und andererseits mindestens 1 und höchstens 8 Monate unter 10°, wobei aber Monatstemperaturen über 22° nicht vorkommen. Dieser Gürtel, charakterisirt durch genügend lange, aber nur ausnahmsweise heisse Sommer und unregelmässig vertheilte Hitze und Kälte, ist der gegenwärtige Hauptsitz der menschlichen Kultur.

3. In dem angrenzenden kalten Gürtel sind weniger als 4 Monate, aber mehr als 1 Monat gemässigt. Auf der Nordhemisphäre bleibt in einem grossen Theile dieses Gürtels der Boden beständig gefroren und thaut im Sommer oberflächlich wieder auf; dennoch ist derselbe nicht nur (in seinem südlichen Theile) zum Ackerbau geeignet, sondern trägt auch hochstämmige Wälder.

4. Der polare Gürtel fällt, wie gesagt, jenseits der Baumgrenze. Dabei ist zu bemerken, dass der Wald in hohen Breiten die Nähe des Meeres flieht, theils weil das Meer die Sommerwärme herabdrückt, theils weil heftige Winde, die ja den Meeren und den Küstengebieten durchschnittlich eigen sind, dem Baumwuchse hemmend entgegenwirken.

Ueber die vertikale Ausbreitung der Wärmegürtel giebt nachstehende Tabelle (nach Köppen) eine Uebersicht:

	Obere und untere Grenzen der Gürtel in Meter				
	des tropischen	des subtropischen	des gemässigten sommerheissen	des constant gemässigten	des gemässigten sommerkühlen
Mexiko	0—500	500—1700	1700—1800	2200—2700	2700—3600
Aequatoriale Anden . . .	0—1000	1000—1500	—	1500—3400	3400—3600
Peru, Westabhang . . .	—	0—200	—	200—1200	1200—2000
Rio Janeiro	0—200	200—1100	—	1100—	—
Guiana	0—1000	1000—1300	—	1300—	—
Gabun	0—700	700—1000	—	1000—2400	2400—2800
Abessinien	0—700	700—1600	—	1600—2300	2300—3300
Ceylon	0—1050	1050—1600	—	1600—2800	2800—3300
Sunda-Inseln	0—1100	1100—1300	—	1300—2800	2800—3000
Himalaya	—	0—1600	1600—1800	—	1800—3600
Kaukasus	—	—	0—340	—	340—1350
Armenien	—	0—850	850—1600	—	1600—2600
Altai	—	—	—	—	0—1800
Alpen, Südabhang . . .	—	—	0—500	—	500—1400
Algier	—	0—800	800—1650	—	1650—
Natal	—	0—500	—	500—950	950—2200
Kap der guten Hoffnung .	—	—	—	0—450	450—
Chile in 38° S. Br. . . .	—	—	—	—	0—1700

„Werfen wir noch einen Blick auf die Beziehungen der in unserer Karte dargestellten Wärmegürtel zu den Menschenrassen und zur Kultur,“ bemerkt Köppen, „so tritt zunächst auffällig hervor, wie die gegenwärtigen Träger der Civilisation, die Europäer und deren Abkömmlinge, zur Entwickelung jenes rastlosen Strebens ‚nach einem glücklichen, goldenen Ziel‘, welches die Grundbedingung dieser Kultur ist, einer kühlen Jahreszeit zur Erfrischung ihrer Kräfte und zur Anreizung ihrer Bedürfnisse dringend nöthig haben. Ein heisser, sogar sehr heisser Sommer verhindert das athemlose ‚Going ahead‘ in Amerika nicht; wo aber sich die Hitze, wenn auch gemildert, über das ganze Jahr erstreckt, wohin der stimulirende Winter nicht mehr reicht, da kann wohl gelegentlich der Nordländer die mitgebrachten idealen Ziele oder gross angelegten Spekulationen Jahre hindurch mit Energie verfolgen, aber Schlaffheit und Sorglosigkeit ist sicherlich der allgemeine Charakterzug des Menschengeschlechts in diesen Gegenden, der auch die eingewanderten Europäer je länger, um so sicherer ergreift. Dazu kommt für den Europäer die notorische Unmöglichkeit, in dieser Zone auf dem Festlande ohne Lebensgefahr harte körperliche Arbeit zu thun und sich der Sonne ungeschützt auszusetzen — eine Schranke, deren Ursachen noch ungenügend aufgeklärt sind und welche auf dem Ocean, an Bord, wie auf oceanischen Inseln, nicht entfernt in dem Maasse besteht. Hierdurch ist die Bildung von Colonieen mit rein europäischer Bevölkerung in diesen Gegenden ausgeschlossen und kann der Weisse nur als

Herr über Untergebene anderer Rasse oder nur in vereinzelten Erwerbszweigen daselbst Fuss fassen. Wie jedoch die Karte zeigt, ist die geographische Breite dabei nicht durchaus entscheidend, da sich in allen Breiten höher im Gebirge Landschaften finden, welche die für den Weissen erforderlichen Temperaturverhältnisse darbieten und welche auch voraussichtlich, wenn einmal die dort meist fehlenden Kommunikationen und genügender Rechtsschutz geschaffen sind, eine compacte Bevölkerung europäischer Rasse erhalten dürften.

„Das gewaltige Wachsthum des Verkehrs hat die Mittelpunkte der Kultur im Laufe der Zeiten aus den an Naturerzeugnissen reichsten Ländern immer weiter und weiter nach den an diesen armen, aber für den Verkehr günstig gelegenen und von einer Bevölkerung mit hochentwickeltem Unternehmungssinn bewohnten Gebieten verlegt. So ist die Kultur der alten Welt aus dem subtropischen Gürtel, wo sie bis ins VI. Jahrhundert v. Chr. ihre Hauptsitze hatte, in den gemässigt sommerheissen gewandert, während der gemässigt sommerkühle, mit Ausnahme etwa der unmittelbar an die alten Kulturländer Mesopotamiens etc. angrenzenden Hochländer, noch in tiefer Barbarei begraben lag. Im Laufe des Mittelalters glich sich der kulturelle Unterschied dieser beiden Gürtel in Europa mehr und mehr aus. Die im Zeitalter der grossen Entdeckungen sich vollziehende Verschiebung der Mittelpunkte des Verkehrs und zum Theil auch der Macht von Italien und der Levante nach der Iberischen Halbinsel und von der Ostsee zur Nordsee geschah von Osten nach Westen innerhalb derselben Gürtel; mit dem raschen Hinwelken der Blüthe Spaniens und Portugals und dem Aufblühen Hollands, nachher Englands, war aber die Verlegung des Schwerpunkts der menschlichen Civilisation nach der kühleren Zone vollendete Thatsache, an der auch die fortdauernd hohe und gerade in neuester Zeit in frischem Fortschreiten begriffene Kulturstellung der Nordhälfte Italiens nichts ändern kann.

„Auch in Amerika ist die analoge Wanderung der Kultur aus den warmen nach den kühleren Ländern in der Zeit seit Beginn der europäischen Besiedelung auffällig genug; allein die alte, eingeborene Kultur dieses Festlandes gehörte hier grösstentheils ebenfalls gemässigtem Klima an, indem sie sich sowohl in Peru als in Mexico auf die Hochebenen concentrirte, und nur in Yucatan finden sich Ruinen prächtiger Bauten vom tropischen Urwalde überwuchert. Es zeigt sich daher in Amerika noch mehr als in der alten Welt der Vorsprung, welchen die gemässigten Klimate vor den heissen in Bezug auf die Weckung des Unternehmungssinnes und des Strebens nach Grossem besitzen; je allgemeiner aber dieser Satz hervortritt, um so mehr müssen die sehr vereinzelten Ausnahmen aus demselben unsere Aufmerksamkeit erwecken, wo wir grossartige Ruinen und Reste einer vergleichsweise hohen Civilisation im tropischen Tieflande vorfinden. Am nächsten kommen solche dem Aequator wohl in Hinterindien und Java; ob der Umstand, dass wir sie in Vorderindien und Yucatan in der Nähe von Hochländern gemässigten Klimas und in einem gewissen genetischen Zusammenhange der Bewohner mit den letzteren finden, für die Erklärung dieser Ausnahme wesentlich ist, mögen Andere entscheiden. Es dürften indessen überhaupt die von Einzelnen oder einer herrschenden Kaste durch despotische Macht über die träge Masse erzwungenen Unternehmungen, wie wir sie in den heissen Ländern ganz vorwiegend vertreten

finden, von dem Unternehmungssinn des Volkes selbst resp. eines grossen Bruchtheils desselben zu scheiden sein, wie wir ihn schon bei den Mittelmeervölkern und später noch mehr bei Hanseaten, Holländern, Engländern u. s. w. finden. Die ersteren finden dort den günstigsten Boden, wo der Reichthum der Naturerzeugnisse die Ernährung grosser Menschenmassen und deren Indolenz ihre Beherrschung leicht machen, während die letztere zum grossen Theil in den gerade entgegengesetzten Bedingungen wurzelt.

„Durch die Ausbreitung und Thatkraft des Menschengeschlechts in der gemässigten Zone ist ein Eingriff in die geographische Vertheilung der Thierwelt erfolgt, der in der Regel noch nicht genügend gewürdigt wird. Durch Ausrottung der grossen Säugethiere in dieser Zone hat er schon in frühester Zeit eine weit grössere Kluft zwischen tropischen und arktischen Thieren geschaffen, als sie von der Natur gegeben war; diejenigen Thiere, welche der heissen und gemässigten Zone angehörten, hat er dadurch auf die heisse, jene, deren Verbreitungsbezirk die gemässigte und kalte Zone umfasste, auf die kalte eingeschränkt, und so kommt es, dass die quaternären Höhlenfunde uns ein Gemisch von Thieren verschiedener Klimate — wie Löwe und Renthier, Hyäne und Eisfuchs, Nilpferd und Vielfrass — liefern, was unerklärlich wäre, wenn wir nicht auch jetzt in solchen Theilen der gemässigten Zone, in welchen gegenwärtig noch eine dünne Bevölkerung auf sehr niedriger Kulturstufe lebt, ähnliche, wenn auch nicht ganz so weitgehende Verknüpfung fänden; ich erinnere an den Amur, wo noch vor Kurzem, freilich auf kleinem Gebiete, der Tiger das Renthier jagte.

„Auf der anderen Seite giebt es Thiere, welche, der Ausbreitung des Menschen folgend, ihr Verbreitungsgebiet erweitern, namentlich nach dem kalten Gürtel hin; und zwar nicht nur Parasiten und Hausthiere, sondern auch so viel vom Menschen verfolgte Thiere wie der Hase sind in diesem Fall. Die Herleitung von Klimaänderungen aus der Verbreitung der höheren Thierwelt ist daher nur bei allseitiger Untersuchung der Frage möglich."

Die Vertheilung der Wärmeextreme über die Erdoberfläche[1]).

Die im Laufe des Jahres mehr oder weniger regelmässig wiederkehrenden Wärmeerscheinungen werden in der Regel dargestellt durch die mittleren Jahres-, Monats- und Tagestemperaturen, sowie durch deren Schwankungen. Die mittleren Jahrestemperaturen geben ein nur unvollkommenes Bild der Wärmeverhältnisse einer Gegend, indem sie die Temperaturschwankungen in der jährlichen Periode nicht wiedergeben, so dass diese Werthe für die verschiedenen Klimagebiete nicht vergleichbar sind. In den Monatsmitteln der Temperatur kommt der Gang der Wärmeerscheinungen in der jährlichen Periode schon zu einem schärferen Ausdruck, aber die un-

---

[1]) Vergl. van Bebber in Petermann's Mittheilungen 1893, Heft 12, und 1894, Heft 2; ferner „Himmel und Erde" 1892, Aprilheft.

periodischen Schwankungen innerhalb des Monats sind hier nicht ersichtlich.

Borkum und Kassel haben beispielsweise gleiche mittlere Jahrestemperaturen, auch die mittlern Temperaturen der extremen Monate Januar und Juli zeigen nur geringe Unterschiede. Indessen sind die Wärmeverhältnisse auf Borkum und zu Kassel doch sehr erheblich verschieden, was ganz besonders in den mittlern und absoluten Jahresextremen zur Geltung kommt. Während man auf Borkum als höchste Temperatur im Jahre durchschnittlich 28,5° C. und als niedrigste —8,4° erwarten kann, beträgt zu Kassel das mittlere absolute Jahresmaximum 34,4° und das mittlere absolute Jahresminimum —17,2°; in den extremsten Fällen kann auf Borkum die Temperatur auf 31,9° steigen und bis zu —14,6° fallen, dagegen zu Kassel in den heissesten Sommern auf 37,0° steigen und in den strengsten Wintern bis zu —26,6° fallen. Noch grösser werden die Contraste, wenn man eine Küstenstation mit einer ausgesprochenen kontinental gelegenen Station vergleicht. Dass solche Unterschiede in den Wärmeverhältnissen für das organische Leben überhaupt von ganz hervorragender Bedeutung sind, braucht wohl kaum der Erwähnung.

Die mittleren und absoluten Jahresextreme der Temperatur sind hiernach ein klimatisch und hygienisch sehr wichtiges Element, indem sie einen Ausdruck für diejenigen Grenzen geben, zwischen welchen sich die Temperatur in den verschiedenen Gegenden bewegen kann. Die Darstellung der Jahresextreme wird durch die Angabe der Monats- und Tagesschwankung der Wärme erheblich ergänzt, weil diese ein Maass dafür abgiebt, welchen Temperaturunterschieden das organische Leben, namentlich der Mensch, in kürzern Zeiträumen ausgesetzt ist, welch erstere auf die Entwickelung der Organismen einen bedeutenden Einfluss ausüben.

Die mittleren (absoluten) Jahresextreme für einen Ort erhält man, wenn man aus einer längern Beobachtungsreihe die in jedem Jahre beobachteten höchsten und niedrigsten Stände des Thermometers addirt und aus den so erhaltenen Summen das Mittel nimmt. Die absoluten Temperaturextreme bezeichnen die Grenzen, zwischen welchen sich die Temperatur an dem fraglichen Orte in dem in Betracht kommenden Zeitraume bewegt hat, oder welche höchsten und niedrigsten Temperaturen gelegentlich einmal vorkommen können. Je länger die Beobachtungsreihe war, welche zur Rechnung diente, desto mehr nähern sich die erhaltenen Werthe der Wirklichkeit.

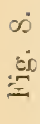

Mittlere absolute Jahres-Maxima der Temperatur
Die eingeschriebenen Zahlen (137) bezeichnen die mittlere Häufigkeit der interdiurnen Aenderung der Tagesmittel von mindestens 2° in Tagen.

Fig. 8.

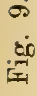


Fig. 9.

Mittlere absolute Jahres-Minima der Temperatur

Die eingeschriebenen Zahlen (38) bezeichnen die mittlere Häufigkeit der interdiurnen Änderung der Tagesmittel von mindestens 4° in Tagen.

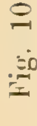


Fig. 10.

Mittlere absolute Jahres-Schwankung der Temperatur

Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Monate mit grösster interdiurner Veränderlichkeit der Temperatur (1 = Janr. 12 = Dezbr.)

In den kartographischen Darstellungen (S. 116 u. 117) habe ich versucht, die mittleren absoluten Jahresextreme der Wärme für die ganze Erdoberfläche übersichtlich darzustellen, wobei ich das vorhandene Material wesentlich ergänzte. Indessen sei hier ausdrücklich bemerkt, dass für manche Gegenden, zum Theil ausgedehnte Länderstrecken, das Material ein sehr dürftiges ist, so namentlich für das Innere Afrikas und Südamerikas, sowie für die Polar-Gegenden. Eine weitere Ungenauigkeit in der Darstellung liegt darin, dass die benutzten Zahlenwerthe, streng genommen, nicht ganz mit einander vergleichbar sind, weil sie sich auf verschiedene Jahresreihen beziehen, die theils kürzere, theils längere Zeiträume umfassen. Dazu kommt noch, dass die Aufstellung der Thermometer einen mehr oder weniger grossen Einfluss auf die Angaben der Temperaturextreme haben, so dass eine eingehende Kritik hier wohl am Platze wäre. Hiernach ist einleuchtend, dass unsere Darstellungen manche Lücken, manche Ungenauigkeiten enthalten werden; indessen dürften sie doch ein ganz gutes Bild der Grenzen abgeben, in denen sich die Temperatur in den verschiedenen Gegenden unserer Erde durchschnittlich bewegt. Immerhin dürfte diese Art der Darstellung praktisch einen grössern Werth haben als die der Isothermen, bei welchen die Schwankungen der Wärme in der jährlichen Periode doch stark abgestumpft werden. Dieses war auch der Hauptgrund, dass wir auf eine Wiedergabe der Isothermen verzichteten und an ihrer Stelle die der Extreme setzten.

Bei der Construction der Karten sind die Orte mit gleichen mittleren absoluten Jahresmaxima von 5 zu 5° und Jahresminima von 10 zu 10° verbunden, wobei Stationen mit grossen Seehöhen nicht berücksichtigt wurden. Die dritte Karte endlich veranschaulicht die mittleren absoluten Jahresschwankungen der Temperatur, welche sich ganz einfach ergeben, wenn man die Differenzen aus den Maxima und den Minima nimmt. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen in der ersten Karte die mittlere Häufigkeit der interdiurnen Aenderung der Temperatur von mindestens 2° in Tagen, in der zweiten dieselbe von mindestens 4° und in der dritten Karte die Monate mit grösster interdiurner Veränderlichkeit in der Jahresperiode (1 = Januar, 12 = December, vergl. oben S. 91 ff.).

Betrachten wir nun zunächst die mittleren absoluten Maxima der Temperatur, wie solche auf der Karte I dargestellt sind. Eine oberflächliche Vergleichung mit der die mittleren absoluten Jahresminima darstellenden Karte zeigt vor Allem, dass die

Maxima über der ganzen Erdoberfläche eine sehr gleichmässige Vertheilung haben. Insbesondere gleichmässig ist die Vertheilung über den Meeren. In einer breiten Zone zu beiden Seiten des Aequators, welche meistens beide Wendekreise noch umschliesst, steigt das Temperaturmaximum durchschnittlich über 30° und erreicht den Werth von 35° nicht. Dann nach Norden und Süden hin nehmen die Maximaltemperaturen verhältnissmässig rasch ab und erreichen 20° auf der Nordhemisphäre in der Nähe des 60. und auf der Südhemisphäre in der Nähe des 50. Breitegrades. Anders dagegen ist die Vertheilung der Maxima in den Kontinenten, wo sie nach dem Innern hin ziemlich rasch anwachsen und in den centralen Gebietstheilen zu ausserordentlich hohen Werthen ansteigen. Im Innern des nördlichen Afrika, in Persien, Afghanistan, im nördlichen Indien, im Innern Australiens, sowie im südlichen Nordamerika, in dem Territorium von Arizona, hat man jedes Jahr durchschnittlich Maximaltemperaturen von 45° C. zu erwarten, wobei die höchsten Temperaturen gelegentlich bis zu 47° bis 50° hinaufsteigen können, namentlich in der Wüste Sahara, welche ja wegen ihrer ausserordentlich hohen Temperaturen bekannt ist. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass hier alle Temperaturen als im Schatten gemessen anzusehen sind, frei von Strahlungseinflüssen. Im Innern Südamerikas, in der Nähe des Wendekreises, sowie in den eben nicht genannten Gebietstheilen des südlichen Asien reichen die Maxima bis zu 40° hinauf und werden dann weiter nach den Polen hin immer geringer, bis sie endlich in den weiter polwärts gelegenen Gegenden unter 10° herabsinken.

Was die Vertheilung der mittleren Jahresmaxima über Europa betrifft, so zieht sich ein breiter Streifen mit einem mittleren Maximum höchster Sommerwärme zwischen 30° und 35° durch Frankreich, Deutschland, Oesterreich-Ungarn und das mittlere Russland hin, während die Sommermaxima in den nordwestlichen und nördlichsten Küstengebieten von Europa am geringsten sind, indem sie zwischen 20° und 25° liegen; nur in den heissesten Sommern erreichen sie hier gelegentlich 30°. An der norwegischen Küste kommen die Jahresmaxima kaum auf 25°, ostwärts nach Schweden steigen sie über 30° an; in extremen Fällen kommen im Innern Schwedens Maxima über 35° vor; nach der Ostseite hin findet wieder eine Abschwächung der Maxima statt, so dass also auch hier der Einfluss der maritimen gegenüber der kontinentalen Lage deutlich gekennzeichnet ist. Auch auf den Britischen Inseln nehmen nach

dem Innern hin die Maxima zu und erreichen hier in extrem heissen Sommern zuweilen 33° und noch mehr. Sehr deutlich zeigt die Iberische Halbinsel den Unterschied der maritimen und kontinentalen Lagen: während in den Küstengebieten das Jahresmaximum durchschnittlich nicht über 35° ansteigt, übersteigt im Binnenlande das Maximum 40°, in extremen Fällen erreicht es sogar 44°. Ebenso zeigt das Innere Italiens höhere Maxima als die umgebenden Meere, zuweilen kommen dort Maxima über 41° vor. In Deutschland sind die mittleren absoluten Jahresmaxima in den westlichen Küstengebieten am geringsten, etwa 28—29°, obgleich hier gelegentlich Maxima von 33° vorkommen. Nach Süden und Osten hin nehmen die Maxima im allgemeinen zu und erreichen ihren grössten Werth im südlichen und südöstlichen Deutschland, wo sie 38° überschreiten, und wo in extrem heissen Sommern zuweilen 40° C. vorkommen.

Wie durch die Meeresnähe, so werden auch durch die Seehöhe die Jahresmaxima abgestumpft. So beträgt auf dem Brocken in einer Seehöhe von 1143 m das mittlere Jahresmaximum 23°, während es in den benachbarten Niederungen etwa 33° erreicht. Auf dem Gipfel des Puy de Dôme (1467 m Seehöhe) ist das mittlere Jahresmaximum 23°, am Fusse (388 m Seehöhe) 35° (absolut bezw. 27° und 37°).

Die mittleren absoluten Jahresminima der Temperatur zeigen viel charakteristischere Züge als die Maxima, indem hier die Gegensätze von Land und Meer entschieden schärfer hervortreten. Auf dem Stillen, dem Atlantischen und dem Indischen Ocean liegen in der Umgebung des Aequators umfangreiche von Westen nach Osten sich erstreckende Zonen, in denen die niedrigste Temperatur des Jahres nicht unter 20° herabsinkt; nach Norden hin verschärfen sich die Minima rasch, weniger rasch nach Süden hin, wie es der Vertheilung von Wasser und Meer auf beiden Hemisphären entspricht. Dabei tritt in der Form der Kurven der Einfluss insbesondere der warmen Golfströmung sehr deutlich zu Tage. Wie die Maxima, so verschärfen sich auch die Minima nach dem Innern der Kontinente hin. Sehr bemerkenswerth ist die Verschärfung der Minima in solchen Gebieten, welche durch Gebirgszüge gegen das Eindringen der Seeluft geschützt sind, wie beispielsweise im westlichen Nordamerika, in Südasien, in Norwegen und auf der Balkanhalbinsel, wo die Verbindungslinien gleicher Jahresminima dicht gedrängt an einander liegen.

Unsere Karte weist in der Nähe des nördlichen Polarkreises drei Stellen auf, an welchen die Jahresminima einen ausserordentlich geringen Werth haben, und die man mit Recht die Kältepole der Erde genannt hat. Im östlichen Sibirien, an der Jana, hat man sich in jedem Jahre durchschnittlich auf ein Temperaturminimum gefasst zu machen, welches etwas unter — 60° liegt, während es gelegentlich — 67° erreicht oder noch überschreitet. Nehmen wir das absolute Maximum zu etwa 33° an, so folgt hieraus eine absolute Schwankung von rund 100°, und solchen Schwankungen ist der menschliche Organismus ausgesetzt. Ein anderer, weniger intensiver Kältepol liegt in Nordamerika in der Gegend des Bärensees. Hier beträgt das mittlere absolute Jahresminimum weniger als — 50°, das absolute etwa — 58°. Ein dritter Kältepol, welcher jedenfalls dieselben tiefen Minima aufweist wie der ostsibirische, liegt im Innern Grönlands, wo ohne Zweifel Wintertemperaturen vorkommen, welche weit unter — 60° liegen. Es fehlt das Material, um sie mit Sicherheit darzustellen [1]).

Die Nulllinien unserer Karte bezeichnen die Grenzen, zwischen welchen die tiefste Jahrestemperatur durchschnittlich über dem Gefrierpunkt liegt. Auf der Nordhemisphäre verläuft die Nulllinie vom Gelben Meere ostwärts mit einer Einbuchtung nach Norden über den Stillen Ocean, durchschneidet Amerika in der Nähe des 40. Breitengrades, wendet sich dann, dem Golfstrome folgend, nach Nordosten und senkt sich in ihrem weiteren Verlaufe südwestlich von Irland südwärts nach den Südküsten der Iberischen Halbinsel, um dann quer durch das Mittelmeer nach Südasien zu verlaufen. Auf der Südhemisphäre umschliesst die Nulllinie Australien, verläuft dann in östlicher Richtung über Neuseeland bis in die Nähe der Südspitze von Südamerika, wendet sich dann nach Norden bis über den 20. Breitengrad hinaus und, nachdem sie den Kontinent in östlicher Richtung durchschnitten, wieder südwärts etwa bis zum 46. Breitengrad, um jetzt weiter ostwärts gegen Südaustralien zu verlaufen.

Betrachten wir jetzt speciell die Verhältnisse in Europa. An den Nordwestküsten Frankreichs und im Westen der Britischen Inseln hat man als tiefste Wintertemperatur durchschnittlich — 5° zu erwarten, nach Osten hin nehmen die Minima an Tiefe zu. An

---

[1]) Vergl. Mohn: Wiss. Ergebn. von Dr. F. Nansen's Durchquerung von Grönland 1888, in Petermann's Mitth., Ergänzungsheft Nr. 5, 1892.

der norwegischen Küste, welche den Einflüssen des Golfstroms ausgesetzt ist, sinken die Winterminima im Mittel nicht unter — 10° herab, aber ostwärts nach dem Innern Schwedens verschärfen sie sich bis zu — 40°; ja in sehr strengen Wintern sind hier — 45° vorgekommen, wogegen an der norwegischen Küste Minima unter — 20° ausserordentlich selten sind; ein mächtiger von Südwest nach Nordost sich erstreckender Gebirgszug hält die milde oceanische Luft von Schweden ab. Im Innern der Britischen Inseln verschärfen sich die Minima, in Schottland zu — 15°; hier gehören in sehr strengen Wintern Minima unter — 20° gerade nicht zu den Seltenheiten. In den Küstengegenden der Iberischen Halbinsel sinkt die Temperatur in den meisten Wintern nicht unter den Gefrierpunkt, aber im Innern kommen in jedem Winter Temperaturminima von durchschnittlich unter — 10° vor. Ebenso auffallend wie an der norwegischen Küste ist an der dalmatinischen Küste die rasche Verschärfung der Minima nach dem Binnenlande hin. An der Adria fällt die tiefste Wintertemperatur durchschnittlich kaum unter — 5°; die Winter sind hier ausserordentlich mild, aber in geringer Entfernung von diesem warmen Klimagebiet, beispielsweise in dem in einem Bergkessel gelegenen Gospić, hat man durchschnittlich in jedem Jahr ein Minimum von — 21° zu erwarten, während in den extremsten Fällen die Temperatur unter — 27° herabsinken kann. Da die dalmatinische Küste eine Steilküste ist, welche durch keine Spalten und keine Thäler mit den Niederungen in Verbindung steht, so wird die kalte Luft im Innern der Balkanhalbinsel in ihrem Abfluss nach Westen hin zurückgehalten. Nur zuweilen fällt die kalte Luft als Bora über den Gebirgswall in die Niederungen der Adria, überallhin eisige Kälte verbreitend, obgleich sie bei ihrem Absturz auf je 100 m Fall um 1° C. erwärmt wird.

Im nordwestdeutschen Küstengebiete sind Minima unter — 10° verhältnissmässig nicht sehr häufig, und gelegentliche Minima unter — 17° gehören zu den grossen Seltenheiten; aber in den südlichen und östlichen Gebietstheilen Deutschlands sind Minima unter — 20° die Regel, in extremen Fällen kommen in diesen Gebieten Minimaltemperaturen unter — 33° vor. Weiter nach Osten hin verschärfen sich die Minima successive, bis sie am ostsibirischen Kältepol ihren grössten Werth erreichen; dann aber nehmen die Minima wieder ab, weil jetzt der Einfluss des Grossen Oceans sich geltend macht.

Die Seehöhe hat auf die Tiefe der Jahresminima einen viel geringeren Einfluss als auf die Höhe der Maxima; von ganz be-

sonderem Einfluss scheint hier die Lage zu sein. In Thälern, welche durch ihre Lage gegen die westlichen und südlichen Luftströmungen geschützt sind, wo also die kalte Luft sich ansammeln kann, verschärfen sich die Minima, dagegen an Gebirgshängen, welche gegen Westen und Süden liegen, werden sie abgestumpft. Sehr häufig findet bei der strengsten Winterkälte Umkehrung der Temperatur mit der Höhe statt, so dass die Minima in der Niederung dann niedriger sind als in der Höhe (vergl. S. 77). Auf dem Brocken ist das mittlere Jahresminimum — 21⁰, in der umgebenden Niederung — 15⁰ bis — 17⁰, auf dem Puy de Dôme-Gipfel — 15⁰, am Fusse auch — 15⁰ C.

Die mittlern absoluten Schwankungen der Jahresextreme, welche sich aus der Vergleichung der beiden Karten ergeben, zeigen vor Allem den abstumpfenden Einfluss des Meeres und den verschärfenden des Kontinents. Am geringsten ist die Schwankung auf den Oceanen in der Umgebung des Aequators, wo sie unter 10⁰ herabsinkt. Polwärts und nach den Kontinenten hin nimmt sie zu und erreicht im Innern der Festländer ausserordentlich hohe Werthe, in Ostsibirien etwas über 95⁰, in Nordamerika über 85⁰, während dieselbe im Innern Australiens und Südamerikas bezw. nur 50⁰ und 45⁰ erreicht. Die absolut grösste Schwankung beträgt in Ostsibirien etwas über 100⁰ C.

Die Linie von 30⁰ mittlerer Schwankung umschliesst eng die äussersten Westküsten Europas, nach dem Innern des Landes hin nehmen die Schwankungen rasch zu. In Schweden überschreiten die Schwankungen 65⁰, in Deutschland 50⁰. Der Einfluss der Nord- und Ostsee, sowie des Mittelländischen und des Schwarzen Meeres sind ganz deutlich ausgeprägt. Nach Osten hin, von Deutschland aus, verschärfen sich die Schwankungen immer mehr bis zu dem Maximum am ostsibirischen Kältepol.

Hygienische Bedeutung der Wärmeerscheinungen.

Die Eigenwärme des gesunden menschlichen Körpers ist je nach seinen äusseren oder inneren Zuständen nicht ganz dieselbe, wenn auch die Unterschiede nicht sehr bedeutend sind, und daher kommt es, dass die von verschiedenen Seiten gemachten Angaben von einander abweichen. Als Mittelwerth wird in neuerer Zeit 37,2⁰ angenommen. Diese Unterschiede haben offenbar ihren Grund in den verschiedenen Lebensbedingungen, welchen der Mensch unter-

worfen ist. Beim neugeborenen Kinde ist nach Magelssen[1]) die Eigenwärme grösser und häufigeren und grösseren Schwankungen ausgesetzt, als beim Erwachsenen; bis zum Eintritt der Pubertät sinkt sie um etwa 0,2°, ebensoviel bis zum 50. Jahre; vom 60. Jahre findet (wohl in Folge von Hautanämie) wieder ein Steigen statt, bis sie etwa im Alter von 80 Jahren wieder dieselbe Höhe erreicht, wie beim neugeborenen Kinde. Auch in der täglichen Periode finden Schwankungen der Eigenwärme statt, wie solches aus nachstehender Tabelle nach Rosenthal[2]) hervorgeht (das Zeichen * bedeutet die Zeit für die eingenommenen Mahlzeiten):

Stunde	Bärensprung	Davy	Hallmann	Gierse	Jürgensen	
Vorm. 5h	—	—	—	—	36,7°	36,6
6	36,68°	—	—	—	36,7	36,4
7	—	36,94°	36,63°	36,98°	36,7*	36,5*
8	37,16	—	36,80	37,08*	36,8	36,7
9	—	36,89	—	—	36,9	36,8
10	37,26	—	(10½) **37,36**	37,23	37,0	37,0
11	—	36,89	—	—	37,2	37,2
Mittags 12	**36,87**	—	—	—	37,3*	37,3*
Nachm. 1	36,83	—	—	37,13	37,3	37,3
2	—	37,05	37,21	**37,50***	37,4	37,4
3	37,15	—	—	37,43	37,4*	37,3*
4	—	**37,17**	—	—	37,4	37,5
5	37,48	37,05*	(5½) 37,31	37,43	**37,5**	37,5
6	—	(6½) 36,83	—	37,20	**37,5***	37,6
7	37,43	(7½) 36,50	37,31*	—	**37,5**	37,6
8	—	—	—	—	37,4	**37,7**
9	37,02*	—	—	—	37,4	37,5
10	—	—	—	37,29	37,3	37,4
11	36,85	36,72	36,70	36,81	37,2	37,1
Nachts 12	—	—	—	—	37,1	37,4
1	36,85	36,44	—	—	37,0	36,9
2	—	—	—	—	36,9	36,7
3	—	—	—	—	36,8	36,7
4	36,31	—	—	—	36,7	36,7

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass beim gesunden Menschen die täglichen Schwankungen der Eigenwärme zwar nicht sehr erheblich sind, dass aber die Eigenwärme bei Tage merklich grösser ist als

[1]) „Ueber die Abhängigkeit der Krankheiten von der Witterung." Leipzig 1890.

[2]) „Die Physiologie der thierischen Wärme."

in der Nacht, so dass in den Abendstunden ein Abfall und in den ersten Morgenstunden ein Anstieg der Eigenwärme stattfindet.

Obgleich man im allgemeinen annehmen darf, dass die Eigenwärme mit der äusseren Temperatur innerhalb geringer Grenzen fällt und steigt, so scheint das tropische Klima die Eigenwärme vor der Acclimatisation zu erhöhen und nach erfolgter Acclimatisation wieder herabzudrücken. Im allgemeinen darf man wohl behaupten, dass die Eigenwärme überall dann nahezu dieselbe ist, wenn die unten noch näher zu besprechende Wärmeregulirung mit den äusseren Verhältnissen im Gleichgewicht sich befindet; erhebliche Störungen dieses Gleichgewichtes müssen auch zu Gesundheitsstörungen führen.

Die Erhaltung der Eigenwärme des menschlichen Körpers ist gebunden an einen ununterbrochenen Oxydationsprocess und an die Wärmeregulirung, und zwar in der Weise, dass eine nach den Umständen wechselnde Wärmemenge an die umgebende Luft abgegeben und andererseits der Wärmeverlust je nach Bedarf durch die Oxydationswärme wieder ersetzt wird. Die Wärmeerzeugung des menschlichen Körpers wird beeinflusst durch die Menge und Beschaffenheit der Nahrung und der Getränke, durch die willkürliche oder unwillkürliche Muskelbewegung und durch die Hautnerven, welche bei der Abkühlung den Oxydationsprocess, namentlich in den Muskeln, begünstigen. Andererseits wird die Wärmeabgabe bewirkt in erster Linie durch das Hautorgan, dann durch den Athmungsprocess und durch die Erwärmung der Speisen bei der Nahrungsaufnahme.

Um eine angenäherte Vorstellung von den Wärmemengen zu geben, welche der Mensch in 24 Stunden erzeugt, lassen wir nach dem Vorgange von Renk eine Tabelle folgen, welche diese Wärmemengen in Wärmeeinheiten wiedergiebt (Wärmeeinheit ist, wie bereits oben bemerkt, diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 l Wasser von 0° auf 1° C. zu erhöhen):

Nach Barral,	Kind von 6 Jahren	1461	Wärme-Einh.
	Mann von 29 Jahren bei — 0,5° C.	3678	„ „
	Der Gleiche bei + 20,2°	2706	„ „
	Mann von 29 Jahren	3103	„ „
	Frau von 32 Jahren	2929	„ „
Nach Ranke,	erwachsener Mann bei Hunger	2013	„ „
	„ „ „ Fleischkost	2780	„ „
	„ „ „ stickstoffloser Kost	2060	„ „
	„ „ „ gemischter Kost	2200	„ „

Nach Rubner (berechnet aus den Nahrungsmengen, welche von verschiedenen Autoren beobachtet wurden), mittlerer Arbeiter	2843	Wärme-Einh.
Erwachsener, hungernd	2303	„ „
„ bei leichter Arbeit	2631	„ „
„ bei mittlerer Arbeit	3121	„ „
„ bei schwerer Arbeit	3659	„ „
Nach Helmholtz	2732	„ „
Leyden	2376	„ „
Scharling	3168	„ „
Vogel	2400	„ „

Der menschliche Körper producirt und verliert also beim Erwachsenen täglich rund 3000 Wärmeeinheiten.

Hiervon entfallen nach Helmholtz:

auf das Hautorgan	77,5 %	Wärmeverlust
auf die Lunge	19,9 „	„
auf die Erwärmung der Speisen	2,9 „	„

Nach Vierordt kommen:

auf das Hautorgan	86,9 %	Wärmeverlust
auf die Lunge	11,1 „	„
auf Koth und Harn	2,0 „	„

Rosenthal giebt als Wärmeverlust durch das Hautorgan 85 % an.

Am geringsten ist die Wärmeabfuhr durch die Speisen, indem dieser Wärmeverlust nur 60—70 Wärmeeinheiten beträgt; etwa das 7fache hiervon beträgt die Wärmeabgabe durch den Athmungsprocess und mehr als das 30fache durch die Haut. Die folgenden Tabellen geben nach Renk[1]) 1. die Wärmemengen für die Erwärmung von 9000 l Athemluft (nach Krieger), 2. die Wärmemengen, welche erforderlich sind zur Befeuchtung von 9000 l Athemluft, und 3. die Wärmemengen, welche den Körper mit 9000 l Athemluft verlassen.

1. Wärmemengen für die Erwärmung von 9000 l Athemluft:

Temperatur der eingeathmeten Luft	Temperatur der ausgeathmeten Luft	Wärmeeinheiten
— 10° C.	+ 30,0° C.	120
0	32,7	96
+ 5	33,9	84
10	35,0	72
15	36,0	60
20	36,9	48
25	37,2	34
30	37,5	21

[1]) Renk, Die Luft S. 182.

2. Wärmemengen zur Befeuchtung von 9000 l Athemluft:

Temperatur der eingeathmeten Luft	Temperatur der ausgeathmeten Luft	Relative Feuchtigkeit der Einathmungsluft 0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
— 10°	+ 30,0°	156	153	150	147	144
0	32,7	180	173	167	161	154
+ 5	33,9	191	183	174	165	157
10	35,0	203	191	179	166	154
15	36,0	214	197	181	164	148
20	36,9	224	202	180	156	135
25	37,2	277	198	168	140	110
30	37,5	230	192	153	114	75

3. Wärmemengen, welche den Körper mit 9000 l Athemluft verlassen:

Temperatur der eingeathmeten Luft	Relative Feuchtigkeit der Einathmungsluft 0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
— 10°	275	273	270	267	263
0	276	269	263	257	251
+ 5	275	266	258	249	241
10	275	263	251	238	226
15	274	257	240	224	208
20	271	250	227	204	183
25	261	232	202	173	144
30	250	213	174	135	96

Man ersieht aus diesen Tabellen, wie der Wärmeverlust mit zunehmender Temperatur und relativer Feuchtigkeit geringer wird. Dabei liegen die Grenzen, zwischen welchen die Wärmeverluste sich bewegen können, sehr weit aus einander.

Bei Weitem überwiegend ist die Wärmeabgabe durch die Hautorgane, wie bereits oben angegeben wurde, und zwar wird dieselbe bewirkt theils durch Leitung, theils durch Strahlung, theils durch Verdunstung. Jede dieser drei Ursachen kann die Hauptrolle übernehmen, ja unter Umständen kann eine allein die ganze Wärmeabfuhr besorgen.

Der durch Leitung verursachte Wärmeverlust ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen dem Körper und der äusseren Luft, insbesondere aber von der Bewegung der Luft, welche mit dem Körper in Berührung kommt, wobei jedoch gleichzeitig der Einfluss der Verdunstung eintritt. Daher wird das Gefühl der Kälte durch bewegte Luft um so mehr gesteigert, je stärker die Bewegung der Luft ist. In geschlossenen Räumen wird der Wärmeverlust durch Leitung nur gering sein können. Im Freien dagegen ist die Wärmeabgabe bei heftigen kalten Winden sehr bedeutend,

dagegen bei warmer ruhiger Luft unerheblich. Durch die Kleidung wird die Wärmeabgabe beträchtlich modificirt (siehe unten), so dass es schwer ist, für die normalen Verhältnisse bestimmte Zahlenwerthe zu erhalten.

Das Wasser ist ein ungleich besserer Wärmeleiter als die Luft, und daher entzieht es dem mit ihm in Berührung gebrachten Körper auch rascher die Wärme, als die Luft, wenn die Temperaturen beider um ein Gleiches unter der Eigenwärme liegen. Der Aufenthalt in der Luft bei 25° Wärme ist angenehm, Wasser dagegen muss man schon auf 30° und darüber erwärmen, wenn man mit Wohlbehagen darin einige Zeit bewegungslos verweilen will. Ebenso sind nasse Kleider gute Wärmeleiter, durch welche je nach der Temperatur der äusseren Luft dem Körper mehr oder weniger beträchtliche Wärmemengen entzogen werden, wobei allerdings auch die Verdunstung in hohem Maasse in Betracht zu ziehen ist.

Die Wärmeentziehung durch die Strahlung ist abhängig von der Temperatur der Gegenstände der Umgebung, sowie von dem Ausstrahlungsvermögen dieser Gegenstände. An einem Orte, in welchem alle Gegenstände, auch die Luft, die Temperatur von mindestens 37° haben würden, könnte dem menschlichen Körper durch Strahlung keine Wärme entzogen werden, in diesem Falle kann auch durch Leitung keine Entwärmung stattfinden, und die ganze Wärmeabgabe ist nur noch an die Verdunstung geknüpft.

In geschlossenen Räumen spielt die Wärmeabgabe durch Strahlung eine wichtige Rolle, indem die Wärme nach den kälteren Wänden und Möbeln ergiebig ausstrahlt, wenn die Zimmertemperatur nicht zu hoch ist. Im Freien erfolgt die Ausstrahlung ebenso reichlich, namentlich nach Pflanzen hin, welche wegen der grossen Verdunstung eine verhältnissmässig geringe Wärme besitzen. Dagegen stark erwärmte Felswände und Mauern, namentlich wenn sie von der Sonne beschienen werden, sowie die Anwesenheit vieler Menschen in der Umgebung hemmen die Ausstrahlung.

Die Wärmeabgabe wird durch die Wirkung der Kleidung sehr modificirt und zum Theil aufgehoben; dafür tritt aber eine Ausstrahlung von den Kleidern ein, indem sich diese auf Kosten der Oberflächentemperatur des Körpers erwärmen und diese Wärme durch Strahlung an die Luft abgeben, worauf dann wieder ein neuer Wärmeersatz durch Leitung vom Körper her erfolgt.

Durch die Verdunstung können dem menschlichen Körper ausserordentlich grosse Wärmemengen entzogen werden. Nehmen

wir an, dass der Mensch bei normalen Verhältnissen 1500—2000 g Wasser täglich verdunstet, so ergiebt dieses 858—1144 Wärmeeinheiten. In aussergewöhnlichen Fällen, insbesondere bei reichlichen Schweissabsonderungen, geht durch die Verdunstung eine weitaus grössere Wärmemenge verloren, die sich bis weit über die Hälfte der gesammten Wärmeabgabe steigern kann. Die Verdunstung erfolgt unter sonst gleichen Umständen um so rascher, je trockener, wärmer und je stärker bewegt die Luft ist. Ist die umgebende Luft mit Wasserdampf gesättigt, so hört dadurch die Verdunstung von der Haut nicht auf, wenn die Lufttemperatur unter derjenigen des Körpers liegt, indem die dem Körper unmittelbar anliegende Luft sich erwärmt und sich so vom Sättigungspunkte entfernt, so dass eine weitere Aufnahme von Wasserdampf ermöglicht wird. Nur bei einer Temperatur der gesättigten Luft, welche derjenigen der Körpertemperatur gleich ist oder sie überschreitet, wird die Verdunstung der Haut völlig aufgehoben.

Da bei der Verdunstung eine sehr beträchtliche Wärmemenge verbraucht (gebunden) wird (1 l Wasser bei 35° braucht zur Verdunstung 572 Wärmeeinheiten), so ist leicht verständlich, dass der Aufenthalt in sehr heisser, aber trockener Luft verhältnissmässig leicht ertragen werden kann, insbesondere dann, wenn die Luft stark bewegt ist und so die Verdunstung begünstigt wird. Dagegen feuchte Luft, deren Temperatur kaum 30° erreicht, verursacht schon ein drückendes Gefühl.

Die Wärmeentziehung, welcher der Körper ununterbrochen unterworfen ist, ist in Bezug auf die Quantität sehr grossen Schwankungen unterworfen, und dem gegenüber giebt es verschiedene Vorrichtungen im menschlichen Körper, welche geeignet sind, das Gleichgewicht der Wärme in jedem Falle wiederherzustellen. Ist der Körper der kälteren bewegten Luft ausgesetzt, so findet sofort eine Reaction in der Weise statt, dass die Zellenthätigkeit in Folge des Kältereizes beschleunigt wird, dass vielfach unwillkürliche Muskelbewegungen stattfinden, und dass das Bedürfniss nach Nahrung hervorgerufen oder vermehrt wird. Ausserdem ziehen sich bei kälterer Luft die Hautgefässe zusammen, die Haut wird trockener und runzlicher, so dass die Verdunstung hierdurch in hohem Grade beschränkt wird; ausserdem nimmt der Wärmeunterschied zwischen der Haut und der Umgebung ab, durch die Haut strömt eine geringere Menge langsamer bewegten Blutes, während im Innern des Körpers vermehrte Wärmeproduction statt-

findet, so dass also auch hierdurch der Wärmeverlust vermindert wird. Auf diese Weise wird die Wärmeerzeugung im Körper einerseits gesteigert und andererseits die Wärmeabgabe eingeschränkt.

Macht dagegen wärmere Luft ihren Einfluss auf den Körper fühlbar, so verringert sich die Zellenthätigkeit, die Muskelbewegungen werden möglichst eingeschränkt, das Bedürfniss nach Nahrung ist weniger vorhanden, als es sonst der Fall zu sein pflegt, und andererseits verursacht das nun auftretende Durstgefühl reichlichere Aufnahme von Wasser. Ausserdem erweitern sich die Hautgefässe, die Haut wird feucht, der Schweiss tritt aus, so dass durch reichlichere Verdunstung beträchtliche Wärmeabgabe verursacht wird. Dazu kommt noch, dass die Athmung rascher erfolgt als gewöhnlich, so dass auch hierdurch die Wärmeabgabe vermehrt wird.

Indessen sind die mannigfachen Regulirvorrichtungen, welche dem Körper innewohnen, nicht ausreichend, die Einwirkungen der grossen Wärmeschwankungen der äusseren Luft genügend zu compensiren, selbst nicht in den heissen Gegenden unserer Erde, und daher hat man schon seit dem grauen Alterthum das Bedürfniss gefühlt, die Einflüsse der Wärmeschwankungen durch Bekleidung abzuschwächen und so ein gewisses Behaglichkeitsgefühl herzustellen. Durch die Bekleidung wird die direct abkühlende Wirkung der äusseren Luft namentlich bei niedrigen Temperaturen abgehalten und eine Schicht von nahezu gleichbleibender Temperatur an der Oberfläche des Körpers unterhalten. Dabei wird wegen des verminderten Wärmeverlustes auch der Stoffverbrauch auf ein geringeres Maass zurückgeführt.

In unseren Klimaten werden bei mittleren Temperaturen (nach Rubner) rund 80% der Körperoberfläche, abgesehen von der Kopfbedeckung, bekleidet, so dass immerhin noch ein grosser Theil der Körperoberfläche frei bleibt. Rubner und Kunkel fanden, bei einer Lufttemperatur von 12°, die Temperatur der Nasenwurzel = 27,4°, die der Nasenflügel = 28,0°, die der Nasenspitze = 25,1°, der Augen = 29,7°, der Wangen = 27,2°, des Kinnes = 27,7°, des Halses = 27,6°, der Hohlhand = 28° bis 28,8°. Dabei sank die Temperatur der hervorragenden Stellen (Nasenspitze, Ohren etc.) mit abnehmender Temperatur rasch herab, so dass es erklärlich ist, dass diese Stellen leichter dem Erfrieren ausgesetzt sind. Die Temperaturen der Oberflächen der bekleideten Körperstellen sind je nach den Körpertheilen, der Lufttemperatur und der Menge der Kleidung

verschieden. Aus vielen Messungen (mit Thermoelementen) erhielt Rubner bei einem Manne in Winterkleidung bei 15° Lufttemperatur für den nackten Theil das Mittel 29,2° und für die Oberfläche der Bekleidung das Mittel 21,0°.

Bei einer Lufttemperatur von 14,8° zeigte die Hautwärme eines Unbekleideten = 31,8°, die Aussenseite bei Bekleidung mit Wollhemd = 28,5°, mit Wollhemd und Leinenhemd = 24,8°, mit Leinenhemd und Weste = 22,9°, mit Leinenhemd, Weste und Rock = 19,4°. Hiernach betrugen die Differenzen zwischen Aussenseite der Bekleidung und Temperatur der Luft beziehungsweise: 17,0°, 13,7°, 10,0°, 8,1° und 5,0°. Man sieht also, wie diese Unterschiede bei grösserer Menge der Kleidung immer kleiner werden, und damit nimmt auch die Grösse der Wärmeentziehung ab. Durch die verschiedenartigen Kleider, die wir der Dicke nach beliebig ändern, die wir nach Willkür öffnen und schliessen können, sind wir in Stand gesetzt, die Wirkung der Aussenluft nach Bedürfniss zu modificiren, und wir haben so in den Kleidern vortreffliche Wärmeregulatoren, die uns insbesondere einen wirksamen Schutz vor Erkältungen gewähren.

Mit den Schwankungen der Lufttemperatur sinken und steigen auch die Temperaturen der nackten und bekleideten Körperstellen, jedoch ist die Schwankung der letzteren viel geringer als die der ersteren, wobei allerdings auch der Einfluss der Luftbewegung in Betracht kommt (siehe unten S. 133).

Bei einem Manne mit winterlicher Bekleidung fand Rubner:

	bei 10°	bei 26°
auf dem Rocke	21,8°	28,0°
zwischen Rock und Weste	23,1	28,8
„ Weste und Leinenhemd . .	24,4	29,3
„ Leinenhemd und Wollhemd	25,2	29,6
„ Wollhemd und Haut . . .	32,7	32,1

Wir haben also hier fast dieselbe Temperatur an der Hautoberfläche sowohl bei 10°, als auch bei 26° Lufttemperatur; nach aussen nimmt die Temperatur um so rascher ab, je geringer die Lufttemperatur ist.

Der Wärmeverlust, welchen der Körper bei 15° erleidet, wird in folgender Weise durch die Bekleidung verringert:

Ausstrahlung der blossen Haut	100
„ bekleidet mit Wollhemd	73
„ bekleidet mit Wollhemd und Leinenhemd	60
„ bekleidet mit Wollhemd, Leinenhemd und Weste . .	46
„ bekleidet mit Wollhemd, Leinenhemd, Weste und Rock	33

Hiernach wird die Wärmeabgabe bei völliger Bekleidung um etwa drei Mal geringer als bei nackter Haut.

Was die Wirkung der einzelnen Stoffe betrifft, welche zur Bekleidung verwendet werden, so geht aus den einschlägigen Untersuchungen hervor, dass nicht so sehr die Natur des Stoffes, sondern vielmehr dessen Dicke von entscheidender Bedeutung ist. Hierbei kommt allerdings das Verhalten der verschiedenen Stoffe zu den Feuchtigkeitsverhältnissen in Betracht, und zwar ihre Fähigkeit, aus der Atmosphäre hygroskopisch tropfbar-flüssiges Wasser in sich aufzunehmen und zurückzubehalten. In ersterer Beziehung ist hauptsächlich die Natur der Stoffe entscheidend, während in letzterer die Art des Gewebes den grössten Einfluss ausübt.

Vor einigen Jahren wurde von Vincent in Brüssel der Versuch gemacht, die Wärme der unbedeckten Haut in ihrer Abhängigkeit von den Witterungseinflüssen zu bestimmen [1]). Er rieb langsam die Haut (linke Hand und Wange) mit dem kleinen cylindrischen Gefäss eines Thermometers, bis dieses eine constante Temperatur zeigte, wobei die betreffende Hautstelle zugleich dem Winde und der Sonnenstrahlung möglichst ausgesetzt wurde. Aus 365 Messungen erhielt er folgende Formel $H = 26{,}5 + 0{,}3\ L + 0{,}2\ S - 1{,}2\ W$, in welcher bedeuten H = Temperatur der Haut, L = Lufttemperatur, S = Strahlung (Ueberschuss des schwarzen Thermometers [vgl. S. 71] über die Lufttemperatur), W = Windgeschwindigkeit (m. p. s.). Hiernach stellte Vincent eine siebenstellige Skala für die Wärmeempfindung auf, nämlich:

1. sehr heiss: reichlicher Schweiss, Unbehagen, H über 37,5°; 2. heiss: Schweiss, man leidet wenig oder gar nicht von der Hitze, H = 34,5 bis 37,5°; 3. lau: Wärmegefühl ohne Schweiss, H = 31,5 bis 34,5°; 4. gemässigt: indifferenter Zustand, man sitzt im Freien ohne Ueberrock, H = 29 bis 31,5°; 5. frisch: Kälteempfindung, die aber den Händen nicht unangenehm ist; man sitzt nicht mehr ohne Ueberrock im Freien, H = 26 bis 29°; 6. kalt: unangenehmes Kältegefühl an den Händen, H = 22 bis 26°; 7. sehr kalt: Kältegefühl, das den Händen unerträglich und dem Gesicht unangenehm ist, H unter 22°. — Die Abhängigkeit der Hauttemperatur von den Witterungseinflüssen gestaltet sich je nach der Individualität immerhin verschieden, indessen ist der Versuch Vincent's jedenfalls sehr anzuerkennen und dürfte zu eingehenderen

[1]) Siehe „Ciel et Terre", 1890, Nr. 22 und 23.

Studien über diesen schwierigen aber interessanten Gegenstand anregen.

Die gefährlichen Einflüsse der Witterung, insbesondere der Wärme und Feuchtigkeit, werden durch die Wohnung mehr oder weniger ferne gehalten, durch welche ein künstliches Klima für den Menschen geschaffen wird. Immerhin aber ist der Ausschluss der ausserhalb bestehenden Witterungsverhältnisse unter Umständen mit grossen Gefahren verbunden, welche insbesondere für Unbemittelte schwer zu beseitigen sind. Daher die grössere Gefahr der Ansteckung und die grössere Häufigkeit gewisser Krankheiten zur Winterszeit, wenn der Aufenthalt im Freien auf das Nothwendigste beschränkt wird und der Abschluss der Wohnungsluft in grösserem Maasse erfolgt, als zur Sommerszeit.

Die Wärme, welche dem unbeheizten Hause von aussen her zugeführt wird, kommt für die inneren Räume, welche von schlechten Leitern umgeben sind, nur nach und nach zur Geltung, wie auch die Wärmeentziehung nur langsam erfolgt. An heissen Sommertagen speichert sich die Wärme in den Wohnungen in der Weise auf, dass ihre Wirkung auch während der ganzen Nacht anhält und so oft sehr drückend empfunden wird. Hieraus folgt, dass die Schwankungen der Temperatur in der Wohnung erheblich geringer sein müssen, als diejenigen ausserhalb der Wohnung. Dass hierbei verschiedene Umstände, so beispielsweise die Dicke der Wände, die Exposition der Sonnenstrahlung gegenüber, die Höhe über dem Erdboden (Stockwerke, Kellerwohnungen) u. dergl., von Einfluss sind, ist selbstverständlich.

Während der kälteren Jahreszeit handelt es sich darum, in den Wohnräumen eine Temperatur zu unterhalten, welche uns am behaglichsten und unserem Wohlbefinden am zuträglichsten ist. Nach Rubner nehme man bei der in unseren Gegenden üblichen (mittleren) Bekleidung für Wohnzimmer und Schulsäle 17° bis 19°, für Kinderzimmer 18° bis 20°, für Schlafzimmer 14° bis 16°, Krankenzimmer 16° bis 20°, Werkstätten und Fabriken je nach Art der Beschäftigung 10° bis 17°, Turnsäle 13° bis 16°, Theater, Concert- und Ballsäle 19° bis 20°. Ausführlicheres hierüber findet sich in den Lehrbüchern der Hygiene, worauf wir hier verweisen[1]).

[1]) Wir verweisen hier insbesondere auf die vortrefflichen Bücher von Rubner und Flügge („Lehrbuch der Hygiene“ bezw. „Grundriss der Hygiene“), in welchen diese Punkte ausführlich erörtert sind.

Alle Ursachen, welche entweder die Wärmeabgabe des Körpers in einem aussergewöhnlichen Maasse verhindern oder umgekehrt zu starke Abkühlung bedingen und welche eine plötzliche starke Schwankung der Temperatur herbeiführen, können dem menschlichen Organismus schädlich werden und unter Umständen sehr ernste Störungen nach sich ziehen. Nicht immer funktionirt die Wärmeregulirung in gehöriger Weise, indem oft ungünstige Verhältnisse hemmend entgegentreten, die insbesondere dann zu einer grossen Bedeutung kommen, wenn der sonstige Gesundheitszustand in gestörtem Gleichgewicht sich befindet. Solche ungünstige Verhältnisse werden hauptsächlich durch das Wetter verursacht, und hier ist es wieder die Temperatur, welche in erster Linie zur Wirksamkeit kommt. Die Einwirkungen der niedrigen und hohen Temperaturen können nach Magelssen dadurch schädlich werden, dass sie zu stark, oder zu anhaltend, oder zu plötzlich wechselnd, oder zu local auftreten. Anhaltend niedrige oder hohe Wärme bewirkt eine andauernde Zusammenziehung oder Ausdehnung der Hautgefässe und Schwächung derselben, häufige, plötzliche und starke Temperatursprünge bewirken ebenso häufige, plötzliche und starke Reizungen, für welche die Vorrichtungen der Wärmeregulirungen nicht hinreichend sind, während bei localen Wärmereizungen nur ein Theil der Hautgefässe den Ausgleich zu übernehmen hat, wobei die benachbarten in Mitleidenschaft gezogen werden. Durch diese Wirkungen werden nothwendig Aenderungen in der Wärmeregulirung und im Stoffwechsel hervorgerufen.

Andererseits kann die Wärmeregulirung durch den jeweiligen Zustand des menschlichen Organismus gestört werden, so „1. wenn die Wärmeproduction im Körper erhöht ist, 2. wenn sie vermindert wird, 3. wenn andere Organe, oder 4. wenn der Körper in seiner Gesammtheit von einem physiologisch normalen Zustande abweicht. So neutralisirt die Wärmeabgabe nicht die Wärmeproduction im Fieberzustande, was die Erhöhung der Körpertemperatur auf so schlagende Weise beweist. Entweder sie ist gehemmt, wie das am deutlichsten hervortritt durch die Gänsehaut im Froststadium des Fiebers, oder sie entfaltet alle ihre Kraft und Macht, wie im Hitze- und Schweissstadium; sie vermag nicht die Körpertemperatur innerhalb der normalen Grenzen zu erhalten, entweder weil die Körpertemperatur auf einen höheren Durchschnittswerth „eingestellt“ ist, oder weil die im Körper vor sich gehenden Oxydationsprocesse ihr zu mächtig sind. Allerdings kann es auch Bestimmung sein,

dass sie in den meisten Fällen auch gar keine Schranke für eine gewisse Temperatursteigerung setzen will. Aber zu anderen Zeiten tritt die Unzulänglichkeit der Regelung auf eine verhängnissvolle Weise hervor, z. B. bei Hyperpyrexien" (Magelssen S. 15).

Auch in anderer Weise kann die Eigenwärme erhöht werden durch starke Muskelanstrengungen, rasches Laufen u. dergl., durch längeren Aufenthalt in warmen Bädern (37° und darüber), in stiller, feuchter und warmer Luft.

In einer Lufttemperatur von etwa 18 bis 20° C. befindet sich der normale Mensch am behaglichsten. Wird diese Temperatur gesteigert, so kommt es in Bezug auf die Erträglichkeit darauf an, welche Feuchtigkeit die Luft besitzt und ob sie ruhig oder bewegt ist. Denn trockene, insbesondere bewegte Luft begünstigt die Verdunstung der Haut und damit die Wärmeabgabe, also bei warmer Luft die Erhaltung der Eigenwärme, dagegen feuchte und namentlich ruhige Luft verhindert die Wärmeentziehung und bewirkt bei hohen Temperaturen eine Aufspeicherung der Wärme, also eine Erhöhung der Eigenwärme, welche über eine gewisse, nicht weit liegende Grenze hinaus mit den schlimmsten Folgeerscheinungen verbunden ist. Bei trockener Luft können sehr hohe Temperaturen, wenn auch nur vorübergehend, ertragen werden. So verweilten bei den Versuchen von Dobson[1]) eine Person 20 Minuten in trockener Luft bei 94,4°, eine andere 20 Minuten bei 99,9° und eine dritte 10 Minuten bei 106,4°, wobei die Temperatur unter der Zunge bezw. 37,5°, 38,7° und 38,9° betrug. Die verschiedene Wirkung der trockenen und feuchten Wärme kennzeichnet den Unterschied des irisch-römischen Bades und des Dampfbades. Während bei dem ersteren Temperaturen von etwa 80° ohne Schädigung ertragen werden können, können im letzteren schon Temperaturen von noch nicht 50° zu ernsten Störungen führen.

Der Aufenthalt in heissen Gegenden bewirkt eine Beschleunigung der Athemzüge, eine Abschwächung des Pulsschlages, eine, wenn auch geringe Erhöhung der Eigenwärme, eine Erweiterung der Hautgefässe, eine Erschlaffung der Muskeln und Nerven, Neigung zu Verdauungsstörungen, eine Herabsetzung der körperlichen und geistigen Thätigkeit. Diese Wirkungen dürften nicht wenig geeignet sein, der Verbreitung von Infectionskrankheiten Vorschub zu leisten, um so mehr, als die Temperaturverhältnisse der tropi-

---

[1]) Philos. Transact. Bd. 65 S. 463.

schen Gegenden der Vermehrung der Bakterien im allgemeinen sehr günstig sind.

Als Schutz gegen die schädlichen Wirkungen der hohen Temperaturen haben wir mannigfache Mittel, welche dahin abzielen, die Wärmeerzeugung des Körpers auf das geringste Maass zu beschränken und andererseits eine raschere Entwärmung des Körpers herbeizuführen, so durch Genuss fettarmer Nahrungsmittel, durch Verminderung der Bekleidung, durch künstliche Bewegung der Luft (Thermantidot), durch Bäder, Waschungen, durch Vermeidung starker körperlicher Arbeiten u. dergl.

Hohe Temperaturen, welche in den Tropen während eines grossen Theils des Jahres andauern, kommen auch vorübergehend in den Sommern unserer Breiten vor. Der Grad der Erträglichkeit richtet sich nach der Höhe der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Bewegung der Luft. Bei anhaltend hohen Temperaturen ohne nennenswerthe Abkühlung bei Nacht und bei ruhiger feuchter Luft können auch in unserer Gegend abnorm hohe Temperaturen zu schlimmen Folgen führen; directe Wirkungen hoher Temperaturen sind insbesondere Hitzschlag und Sonnenstich.

Der Hitzschlag ist in tropischen und subtropischen Gegenden am häufigsten und wird meistens kurz vor Beginn der Regenzeit beobachtet, wenn die Luft bereits mit Wasserdampf gesättigt ist. Er tritt dann ein, wenn die Wärmeabfuhr eine ungenügende ist, insbesondere dann, wenn wegen ungenügender Wasserzufuhr die Schweissabsonderung gehemmt wird oder ganz aufhört. Auch in unseren Gegenden kommt der Hitzschlag zuweilen vor, namentlich dann, wenn die Witterungserscheinungen einen tropischen Charakter annehmen, und insbesondere bei Arbeiten in heisser, feuchter und ruhiger Luft, bei militärischen Märschen, bei welchen hauptsächlich die Soldaten betroffen werden, welche sich im Innern der Colonne befinden, welche keine Wärme nach aussen hin durch Strahlung abgeben können. Die den Hitzschlag begleitenden Erscheinungen stellt Jacubasch[1]) folgendermaassen dar:

In vorbereitendem Stadium klagen die Betreffenden, nachdem sich schon längere Zeit stärkerer Durst bemerklich gemacht hat, über dumpfen Kopfschmerz, dem später ein Gefühl von Beklemmung auf der Brust und allgemeine Ermattung folgen. Das Gesicht ist geröthet, die Augen glänzend, die Haut mit Schweiss be-

---

[1]) Jacubasch, Sonnenstich und Hitzschlag. Berlin, Hirschwald 1879.

deckt, der Puls frequent und voll. Das Athmen geschieht mit offenem Munde, die Lippen sind trocken, das Schlucken schmerzhaft, die Stimme heiser. Die Schweissabsonderung nimmt im weiteren Verlauf immer mehr ab, das Durstgefühl zu, die Haut wird trocken und brennend heiss. Jetzt treten Ohrensausen, Flimmern vor den Augen, Sinnestäuschung, Angstgefühl auf; die Herzaktion wird stürmisch, der Athem fliegend, die Schwäche nimmt überhand und schliesslich stellt sich Zittern der Glieder und Unsicherheit in den Bewegungen ein. Der Kranke bleibt zurück und stolpert noch einige Zeit vorwärts, bis er bewusstlos zusammenbricht.

Durch die Einwirkung einer intensiven directen Sonnenstrahlung kann eine andere Krankheitsform auftreten, die unter dem Namen Sonnenstich bekannt ist. Alle Umstände, welche die Sonnenstrahlung intensiver machen, so klarer Himmel, senkrechtes Auffallen der Strahlen, Vermehrung der Strahlung durch Reflex und Erhebung über der Erdoberfläche, sind günstig, den Sonnenstich hervorzurufen. Der Sonnenstich wird hiernach hauptsächlich in den Tropen und in hochgelegenen Gegenden eintreten, jedoch kommt er auch in unseren Breiten in extrem heissen Tagen zuweilen vor. Auch hier ist die Ursache eine ungewöhnliche Steigerung der Eigenwärme, welche in schwereren Fällen durch Wärmestarre des Herzmuskels zum Tode führen kann. In leichteren Fällen kommt es zu einer leicht vorübergehenden Blutüberfüllung oder Hautentzündung mit Austreten der Blutflüssigkeit in das umgebende Gewebe. Als Schutzmittel dient eine die directe Bestrahlung abhaltende Bekleidung, wobei die Kopfbedeckung locker und mit Oeffnungen versehen sein sollte.

Die niedrigen Temperaturen, welche in unseren Gegenden vorkommen, sind für den menschlichen Organismus im allgemeinen weniger gefährlich, als die hohen, indem uns hier ausgiebigere Mittel zu Gebote stehen, die Körperwärme auf das von der Natur angewiesene Maass zu reguliren. Kleidung, Wohnung, Nahrung, vermehrte Muskelthätigkeit sind die Mittel, welche uns in ausgiebiger Weise vor einer schädigenden Entwärmung schützen. Indessen können diese Mittel unter Umständen theilweise versagen, so beispielsweise bei Verdauungsstörungen, im Schlaf u. dergl., und dann können niedrige Temperaturen ernstliche Störungen hervorrufen. Solche Störungen pflegen bei kalter, trockener und stark bewegter Luft am ersten aufzutreten.

Niedrige Temperaturen bewirken zunächst eine Abkühlung der äusseren Hautschicht, welche rascher oder langsamer in die nach innen gelegenen Schichten und zuletzt auf die inneren Organe übergeht, um so mehr, je grösser und anhaltender die Temperaturerniedrigung, je mehr die Luft bewegt und je geringer der durch die Kleidung gebotene Schutz ist. Dabei kühlt sich das Blut, welches wegen der durch die Kälte hervorgerufenen Gefässverengerung in den abgekühlten Theilen des Körpers seine Bewegungen verlangsamt, ab, und so wird dem Körper, je nach der Dauer und Intensität der Kältewirkung, eine grössere oder geringere Wärmemenge entzogen, welche durch die Wärmeerzeugung im Innern des Körpers ersetzt werden muss. Ist die Verengung der Gefässe durch die Kältewirkung nur vorübergehend und nicht zu stark, so ist auch der Einfluss auf unser Wohlbefinden kaum merkbar; ist dieselbe indessen länger anhaltend, so kann Gefässkrampf auftreten, kleinere Arterienzweige werden verengt oder verschlossen, die Wirkung erstreckt sich reflectorisch auf die Hauptadern. So wird die Blutcirculation gestört, die Haut erhält weniger Blut, während die inneren Organe von Blut überfüllt sind. Lunge und Herz werden dabei gleichzeitig in Mitleidenschaft gezogen, Folgeerscheinungen sind Beklemmung, Kopfschmerz, Schwindel, in extremen Fällen Bewusstlosigkeit und zuletzt der Tod.

Regulirvorrichtungen gegen die Einwirkung niedriger Temperaturen sind die Bewegungen, welche von frierenden Menschen fast unwillkürlich gemacht werden, indem es diesen kaum möglich ist, sich ganz ruhig zu verhalten, ferner Zittern, Schauern, Krämpfe der Athemmuskeln und dann insbesondere ein grösseres Bedürfniss nach Nahrungsaufnahme.

Werden alle zu Gebote stehenden Hilfsmittel in genügender Weise angewandt, so ist es dem Menschen möglich, auch die kältesten Gegenden unserer Erde zu bewohnen, wie denn beispielsweise in Ostsibirien Kältegrade ertragen werden, welche unter -60^0 liegen.

Mässige Kältegrade, wie sie unserem Klima im Winter eigen sind, sind für die menschliche Gesundheit durchaus nicht schädigend, vorausgesetzt, dass Kleidung, Wohnung und Nahrung nicht mangelhaft sind, vielmehr wird dadurch der Stoffwechsel erhöht und Geist und Körper frisch und leistungsfähig erhalten.

Die Schwankungen der Temperatur, welche im allgemeinen mit wachsender Breite zunehmen, charakterisiren im grossen Ganzen

die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit der Bewohner der verschiedenen Wärmezonen unserer Erde. In den Tropengegenden verschwindet der Temperaturunterschied der Jahreszeiten fast ganz, man unterscheidet nur noch feuchte und trockene Jahreszeiten; auch die unregelmässigen Schwankungen, die unserem Klima den Charakter des Veränderlichen, Launenhaften aufdrücken, sind dort ausserordentlich gering. Die an Kältereizungen ungewöhnte Haut erschlafft und ist nicht im Stande, Temperaturerniedrigungen, welche in unseren Gegenden gewöhnlich vorkommen und kaum beachtet werden, ohne Frostschauer oder Erkältung zu ertragen. Andererseits zeigen die Polarländer grosse Temperaturschwankungen in der jährlichen, dagegen geringe in der täglichen Periode. Aber die zur Wärmeregulirung zu verwendenden Mittel stossen häufig auf grosse Schwierigkeiten und müssen fast stets und dann in vielartiger und sorgfältiger Weise gebraucht werden, so dass schon geringe Fehler auf die Gesundheit schädigend eingreifen können. Am erspriesslichsten für Geist und Körper dürfte unser gemässigtes Klima sein, wo sich die Temperatur allerdings mit zeitweise grossen Schwankungen durchschnittlich innerhalb mässiger Grenzen nach oben und nach unten hin bewegt.

Die Schwankungen der Temperatur sind je nach ihrer Natur und den begleitenden Umständen sehr verschieden. Temperaturschwankungen, welche sich allmählich in einem grösseren Zeitraum vollziehen, wie etwa beim normalen Uebergang von der einen Jahreszeit in die andere, können durch die uns zu Gebote stehenden Schutzvorrichtungen leicht und mit Erfolg bekämpft werden. Auch jene Schwankungen, welche mehr plötzlich auftreten, etwa von einem Tag zum anderen oder gar an demselben Tage, können bei sorgfältiger Anwendung der uns zu Gebote stehenden Regulirvorrichtungen leicht unschädlich gemacht werden. Ohne Gefahr verlassen wir beispielsweise unser Zimmer, in welchem eine Temperatur von etwa über 20° herrscht, und gelangen in die freie Luft mit einer Temperatur unter — 20°, welche dazu noch bewegt sein kann, wenn wir alle Schutzmaassregeln anwenden. Die eingeathmete Luft wird bei ihrem Eingange in die Athmungsorgane (vorausgesetzt, dass wir durch die Nase athmen) genügend vorgewärmt, so dass sie auf die inneren Organe nicht schädlich wirken kann; indessen sei hierbei bemerkt, dass die Anwendung unserer Schutzvorrichtungen dann schwieriger ist und leicht Versehen sich einschleichen können. Dabei ist wohl zu berücksichtigen, bei

welcher Temperaturlage diese Schwankungen vorkommen, ob bei hohen, mittleren oder niedrigen Wärmegraden. Am eingreifendsten scheinen solche Schwankungen zu sein, welche bei mittleren Temperaturen stattfinden, indem diese in Bezug auf Kleidung und Wohnung erhebliche Aenderungen verlangen.

Durch die Temperaturschwankungen werden, wenn die Regulirungsvorrichtungen nicht ausreichend sind, häufig Störungen im menschlichen Organismus bedingt, insbesondere die überall häufig auftretenden Erkältungskrankheiten. Die Ansichten über das Wesen der Erkältungskrankheiten sind noch sehr verschieden, wenn wir auch als sicher annehmen können, dass starke, plötzliche oder auch länger anhaltende Wärmeentziehung die Ursache der Erkältungen ist. Die erste Wirkung eines Kältereizes auf die Haut ist eine Zusammenziehung der Blutgefässe und eine Blutleere der Haut, welchem Zustande rasch eine Röthung der Haut, verbunden mit Wärmeempfindung, folgt. Solche Ausgleichungen kommen beispielsweise vor bei kalten Uebergiessungen des Körpers, bei plötzlichen kalten Windstössen. Bei manchen körperlichen Zuständen und bei gewissen Kältereizen kommt ein solcher Ausgleich nicht zu Stande, so dass Veranlassung zu weiteren Störungen in unserem Wohlbefinden gegeben ist.

„Ueber das Wesen der Erkältung“, bemerkt Flügge (Grundriss der Hygiene, S. 83), „haben wir noch wenig sichere experimentell begründete Vorstellungen. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse dürfen wir indessen annehmen, dass Erkältung wesentlich durch gewisse zu intensive und zu anhaltende Wärmeentziehungen von der Haut zu Stande kommen. Betrachtet man die Wirkung eines Kältereizes auf die Haut, so resultirt zunächst allerdings Zusammenziehung der Blutgefässe und Anämie der Haut, aber dieser Zustand dauert nur sehr kurze Zeit; normaler Weise tritt jetzt sehr rasch eine Reaction ein: die Haut röthet sich und wir bekommen Wärmeempfindung, d. h. es haben die vom Kältereiz getroffenen Hautnerven vasomotorische Centren zur Wiedererweiterung der Hautgefässe angeregt. In dieser Reaction liegt vermuthlich unser normaler Schutz gegen Kältewirkung; ihr ist es zu danken, dass ein eigentliches Kältegefühl in den Hautnerven gar nicht zu Stande kommt. In typischer Weise sehen wir einen solchen Reactionsvorgang verlaufen, z. B. bei einer kalten Uebergiessung des Körpers.

Nun aber können die Hautnerven durch Verweichlichung, d. h.

durch Mangel an Uebung, erschlaffen; sie dürfen nicht für zu lange Zeit des Kältereizes und der Auslösung der Reaction entwöhnt werden. Es tritt das hervor besonders bei solchen Körpertheilen, welche gewöhnlich bedeckt und gegen Kältewirkung geschützt gehalten werden. Während Hände und Gesicht sich stets reactionsfähig zeigen, vermögen vielleicht die Hautnerven der Halspartie, welche durch warme Kleidung vor Kältereizen bewahrt war, keine Reaction zu leisten, sobald der Hals ausnahmsweise entblösst und von kalter Luft getroffen wird. — Andererseits wird die Reaction unterstützt durch Uebung der Haut, durch systematische Gewöhnung an normale Kältereize, z. B. kalte Abwaschungen. Ferner kann man durch Körperbewegung einem schädlichen Einfluss der Kältewirkung vorbeugen, weil dann durch die beschleunigte Circulation und die Gefässerregung der Haut mehr Wärme zugeführt und die Kälteempfindung gehindert wird.

„Eine schädliche Kältewirkung entsteht, sobald jene Reaction versagt und fühlbare Abkühlung der Haut eintritt. Dies beobachtet man z. B. bei jeder zu lang anhaltenden Kältewirkung auf ausgedehntere Hautpartien. In Folge der Hauthyperämie kommt es zu gesteigerter Wärmeabgabe, schliesslich fehlt für die massenhafte Abfuhr der entsprechende Ersatz, und es kommt eine fühlbare Abkühlung der Haut zu Stande, die dann wieder eine Contraction der Blutgefässe herbeiführt.

„Weit häufiger kommen aber locale Wärmeentziehungen von empfindlichen Hautpartien in Betracht. Die vorerwähnten, gewöhnlich geschützten Körpergegenden, ferner die peripher gelegenen Theile und namentlich die Füsse, die relativ am schwersten auf normaler Wärme zu erhalten sind, können bei sonst warmem Körper eine fühlbare Abkühlung erfahren, die leicht weitere Störungen veranlasst.

„In hohem Maasse gefährdet sind ferner Menschen, bei welchen durch Aufenthalt bei hoher Temperatur oder durch starke Muskelarbeit Hyperämie der Haut und Schweisssecretion eingetreten war, die aber dann bei Körperruhe eine stärkere theilweise Abkühlung erfahren.

„Unter solchen Verhältnissen pflegt die schützende Reaction völlig zu versagen, um so leichter, je ausgiebiger der schwitzenden Haut durch Verdunstung Wärme entzogen wird.

„Viele Menschen zeigen endlich eine besondere Empfindlichkeit gegen die durch bewegte und auf beschränkte Stellen des Körpers auftreffende Luft erfolgende Wärmeentziehung (‚Zugluft‘).

Zuweilen können Neuralgien innerhalb weniger Stunden nach vorübergehender Einwirkung solcher Zugluft sich einstellen.

„Durch alle diese Kältereize kommt es zu einem wirklichen Erkalten der Nervenenden der Haut, und nun resultiren von diesen aus reflectorisch Störungen in den vasomotorischen Centren. In welcher Weise dann die bei den Erkältungskrankheiten beobachteten pathologischen Aenderungen der Schleimhäute zu Stande kommen, darüber fehlt es noch an begründeten Vorstellungen. An den sich entwickelnden Krankheitsprocessen betheiligen sich zweifellos in sehr vielen Fällen in hervorragender Weise Mikroorganismen, welche häufig in den normalen Secreten vorhanden und oft nur gegenüber der völlig intacten Schleimhaut ohne Gefahr sind. Es ist neuerdings experimentell festgestellt worden, dass Versuchsthiere durch Infectionserreger (Pneumoniekokken, Speichelkokken etc.) erheblich leichter zu Grunde gehen, wenn sie gleichzeitig einer stärkeren Abkühlung ausgesetzt werden.“

Als Witterungsverhältnisse, welche die gewöhnlichste Veranlassung zu Erkältungskrankheiten sind, bezeichnet Flügge: 1. heftige, kühle Winde, welche sowohl im Freien als auch in den Wohnungen (Zugluft) zu starke Entwärmung des Körpers veranlassen können; 2. starke und plötzliche Schwankungen der Temperatur, sowohl bei ab- als zunehmender Wärme, wenn die künstliche Wärmeregulirung nicht ausreichend ist (rasch steigende Temperatur führt zu einer Ueberhitzung des Körpers, wodurch grössere Gelegenheit zur Schädigung durch plötzliche Abkühlung, z. B. kältere Winde, gegeben ist); 3. Niederschläge oder andauernd feuchtes Wetter, welche Bodennässe, nasse Füsse, feuchte Kleidung und damit eine starke Entwärmung im Gefolge haben. Hieraus ergeben sich die Eigenschaften solcher Klimate, welche geeignet sind, leicht Erkältungskrankheiten hervorzurufen. So werden in feuchten tropischen Klimaten, wo wegen Mangel an Kältereizungen die Haut verweichlicht und wenig reactionsfähig ist, selbst bei geringen Temperaturschwankungen Erkältungen häufig sein, insbesondere dann, wenn bewegte Luft die Wärmeentziehung beschleunigt. Ebenso wird ein Klima, in welchem nasskaltes und windiges Wetter vorherrscht, den Erkältungskrankheiten Vorschub leisten. Auch grosse und häufige Schwankungen der Temperatur müssen zu häufigen Erkrankungen führen, da schon geringe Störungen in der Wärmeregulirung oder ungenügende Anwendung der künstlichen Vorrichtungen Erkältungen nach sich ziehen.

Die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur scheint vielleicht mit dem Sterblichkeitsverhältnisse insofern im Zusammenhange zu stehen, als beide Erscheinungen parallel verlaufen, und zwar mit einer Verschiebung von etwa 2 Monaten, so dass einer grösseren Veränderlichkeit nach etwa 2 Monaten auch eine grössere Sterblichkeit folgt. So erhielt Kremser folgendes Ergebniss [1]) (5—10 Jahre):

Jahresmittel			Jahresperiode, ganz Preussen			
Provinzen	Auf 1000 Einw. starben jährlich	Temperatur-Veränderlichkeit	Jährliche Sterbefälle		Temperatur-Veränderlichkeit	
Hohenzollern .	32	2,0°	Dec.	1949	Oct.	1,56
Schlesien . . .	31	1,9	Jan.	2073	Nov.	1,64
Preussen . . .	30	1,9	Febr.	**2160**	Dec.	**2,10**
Posen	30	1,8	März	**2190**	Jan.	1,88
Westfalen . .	28	1,8	April	2098	Febr.	1,97
Brandenburg .	27	1,7	Mai	1980	März	1,64*
Rheinland . .	27	1,7	Juni	1837*	April	1,73
Sachsen . . .	27	1,8	Juli	1881	Mai	1,67
Hessen-Nassau .	26	1,7	Aug.	**2026**	Juni	**1,84**
Pommern . .	25	1,6	Sept.	1958	Juli	1,70
Hannover . .	25	1,6	Oct.	1821*	Aug.	1,46*
Schleswig-Holst.	22	1,4	Nov.	1843*	Sept.	1,45*

Andererseits erhielt Hegyfoky aus den Jahren 1873/81 für Budapest ein etwas mehr unentschiedenes Resultat [2]), wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
Veränderlichkeit der Tagestemperatur:											
2,18	**2,21**	1,86	**2,19**	1,84	**2,09**	1,87	**2,04**	1,82	1,71	1,59*	1,60*
Sterbefälle für 100 Tage:											
3030	3266	3322	**3710**	**3712**	**3778**	3454	**3833**	**3834**	3105	2722*	2892*

Hiernach fällt das Maximum der Veränderlichkeit auf den Winter, das der Sterblichkeit auf den Frühling, während der Herbst

[1]) „Die Veränderlichkeit der Lufttemperatur in Norddeutschland". Abh. d. kgl. preuss. met. Inst., Bd. I, Nr. 1, 1888.

[2]) Met. Zeitschr. 1890, S. 315.

die geringste Veränderlichkeit und die geringste Sterblichkeit aufweist.

Hegyfoky berechnete die Veränderlichkeit auch für die übrigen meteorologischen Elemente und gelangte zu dem Ergebnisse, dass die Jahreszeiten nach der Veränderlichkeit der Witterung vom Maximum zum Minimum also folgen: Winter, Frühling, Herbst, Sommer, während bei der Sterblichkeit die Jahreszeiten vom Maximum zum Minimum folgende Anordnung zeigen: Frühling, Sommer, Winter, Herbst. Hier ist also eine Verschiebung um etwa 3 Monate (Dauer einer Jahreszeit) vorhanden. Das Maximum der Witterungsänderung fällt auf den Winter, jenes der Sterblichkeit auf den Frühling, das Minimum bei der Veränderlichkeit auf den Sommer, bei der Sterblichkeit auf den Herbst; auch die zwei anderen Jahreszeiten stimmen gänzlich.

Diese wenigen Untersuchungen deuten zwar auf eine gesetzmässige Beziehung beider Faktoren entschieden hin, genügen aber noch nicht, ein allgemein gültiges Gesetz mit Sicherheit aufzustellen, und daher möchte ich angelegentlichst anempfehlen, weitere Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzustellen, indem die Ergebnisse derselben jedenfalls von sehr hohem Interesse sein dürften.

Die Bodentemperatur.

Die Menge der Wärme, welche von dem Boden absorbirt wird, ist abhängig von der Feuchtigkeit, der Farbe und sonstiger Beschaffenheit des Bodens, von der Vegetation, welche den Boden bedeckt, von dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, von der Tageslänge und endlich von der Dauer der Bestrahlung. Bei trockenem Boden dient fast alle absorbirte Wärme der Erhöhung der Temperatur, wogegen bei feuchtem, insbesondere mit Gras bewachsenem Boden ein grosser Theil der Wärme durch die Verdunstung sowohl für das Gefühl, als auch für das Thermometer verschwindet.

Für die Verbreitung der Wärme im Erdboden gelten folgende Regeln:

1. Die Temperatur unmittelbar am Boden ist im Jahresmittel etwas niedriger als in geringer Höhe in der Luft.

2. Die Wärmeschwankungen an der Bodenoberfläche sind erheblicher als die der Lufttemperatur. Das Maximum tritt durchschnittlich eine Stunde früher ein als das der Lufttemperatur.

während das Minimum beider etwas vor Sonnenaufgang stattzufinden pflegt.

3. Die Grösse der Schwankung wird mit wachsender Tiefe immer geringer, bis zu einer gewissen Tiefe, in welcher die Temperatur keine Schwankung mehr zeigt und im allgemeinen etwas grösser ist, als die Mitteltemperatur der unteren Luftschichte. Während in Hamburg [1]) die mittlere jährliche Schwankung der Lufttemperatur 19,4° beträgt, ist diese Schwankung in 0,5 m Tiefe noch 14,1°, in 1 m Tiefe 11,5°, in 2 m Tiefe 8,0°, in 3 m Tiefe 5,8°, in 4 m Tiefe 5,0°, in 5 m Tiefe 3,9°, in etwa 15 m Tiefe 0,1° und in etwa 22 m Tiefe nur noch 0,01° (beim Elbwasser, an der Oberfläche 19,2°). Die Zahlenwerthe, welche Singer [2]) für München erhielt, stimmen mit denen für Hamburg nahezu überein. Die Tiefe, in welcher die Jahresschwankung der Temperatur verschwindet, ist für: Jakutzk 24,1, St. Petersburg 22,2, Upsala 19,0, Königsberg 22,8, Berlin 23,5, Greenwich 27,7, Leipzig 31,2, Brüssel 24,8, Heidelberg 27,0, Paris 22,4, München 21,6, Nukuss 14,6, Peking 16,8, Sidney 29,7 m.

Während man in Hamburg bei der Lufttemperatur in jedem Jahre durchschnittlich eine absolute Schwankung von 42° erwarten kann, sinkt dieser Werth bei 0,5 m Tiefe auf 17° und bei 5 m Tiefe auf nur 4,5°. In der ersteren Tiefe kommen noch Temperaturen von 19° und −1° gelegentlich vor, wogegen in der letzteren Tiefe Temperaturen über 10° und unter 4° ausserordentlich selten beobachtet werden.

4. Die mittlere Lufttemperatur des Jahres ist in den eben genannten Tiefen meist geringer, als die mittlere Bodentemperatur, wenn auch die Unterschiede nicht sehr erheblich sind, wie folgende Zusammenstellung von Wild nachweist; die Unterschiede betrugen:

In 1 m Tiefe für St. Petersburg 2,6°, Upsala 2,0°, Stockholm 0,7°, Königsberg 0,8°, Schwerin 0,4°, Berlin −0,5°, Hamburg (nach meinen Untersuchungen) 0,3°, Leipzig − 0,1°, Heidelberg 1,4°, Schwetzingen 2,3°, München (nach Singer) 2,3°, Zürich 0,9°, Pest 0,0°, Brüssel 1,4°, Paris 1,1°, Nukuss 4,2°, Peking 0,1°, Trevandrum 2,6°, Sidney 0,7°.

---

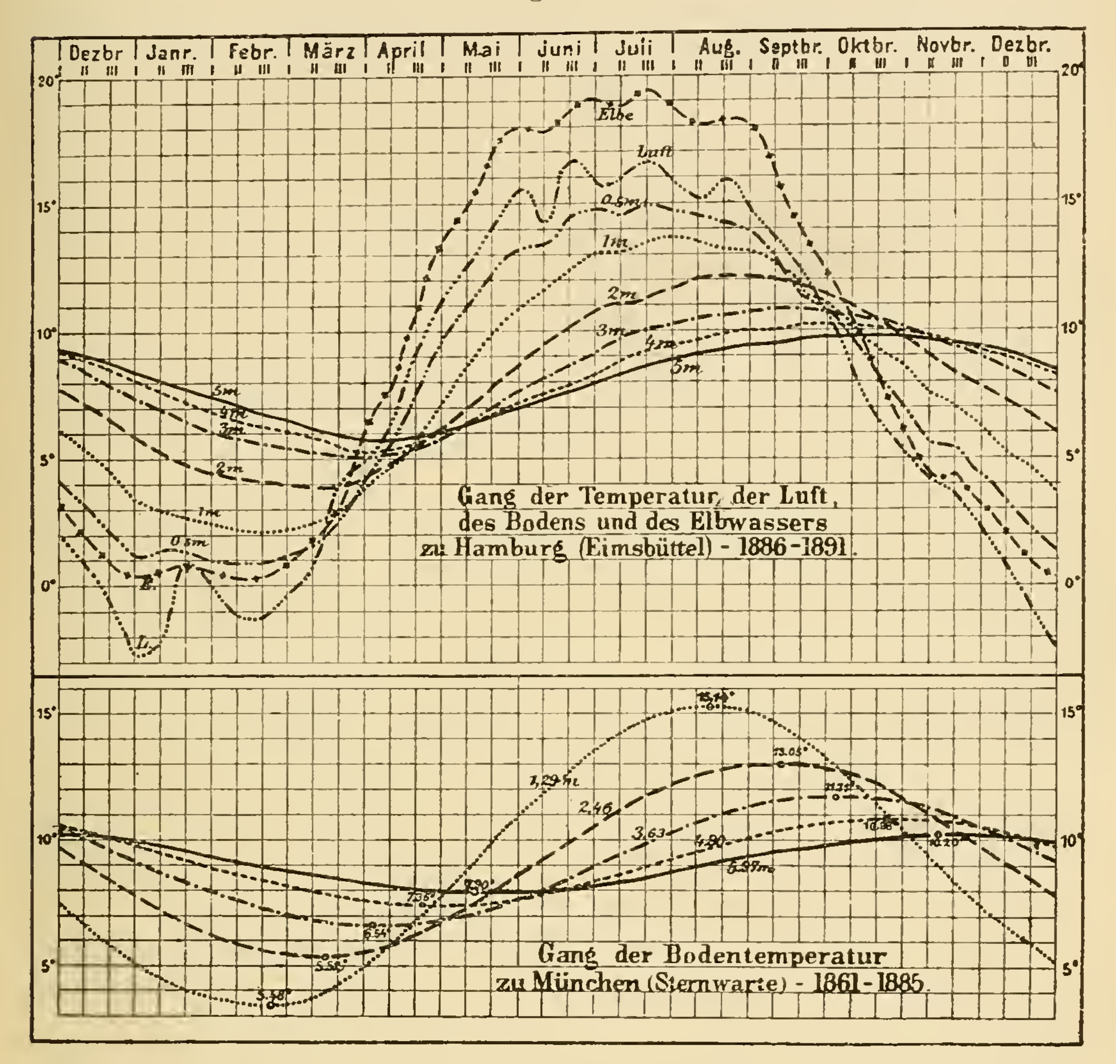
[1]) Vergl. van Bebber, Bodentemperaturen zu Hamburg (Eimsbüttel) etc. 1886/91, in Met. Zeitschr. 1893, S. 215 ff.

[2]) Singer, Die Bodentemperatur an der kgl. Sternwarte zu München und der Zusammenhang ihrer Schwankungen mit den Witterungsverhältnissen; in „Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern“ Bd. XI, 1890.

In der Tiefe von 4 m beträgt der Unterschied für Hamburg 0,3°, München 2,2°, Brüssel 1,4, Greenwich 0,7°, Edinburgh 0,6°, Pest 0,9°, Jakutzk 0,8°, Nukuss 3,0°, Peking 1,3°, Trevandrum 2,9°.

5. Mit wachsender Tiefe treten die höchsten und niedrigsten Werthe der Temperatur immer mehr später ein. Die Wärme gebraucht eben Zeit, um in die Tiefe zu dringen.

Fig. 11.



Ein sehr anschauliches Bild über den jährlichen Gang der Temperatur in verschiedenen Tiefen zu Hamburg und München giebt Fig. 11. Die Kurven für Hamburg sind noch mit einigen Unregelmässigkeiten behaftet, welche bei einer längeren Beobachtungsreihe jedenfalls verschwinden würden. Bemerkenswerth ist, dass in den sechsjährigen Mitteln die Unregelmässigkeiten im Gange der Lufttemperatur auch in den Bodentemperaturen, selbst bis zu einer grösseren Tiefe, sich widerspiegeln, so hauptsächlich im

Winter und Sommer; auch bezüglich der Elbwassertemperaturen zeigt sich ganz deutlich dieser Einfluss. Im allgemeinen zeigen die Kurven für Hamburg und München denselben Gang der Bodentemperatur in der jährlichen Periode.

Sehr deutlich tritt hier die Verspätung der jährlichen Temperaturperiode hervor, ebenso die rasche Abnahme der Schwankung mit der Zunahme der Tiefe.

Die Schwankung der Bodentemperatur hängt nach Singer nicht nur ab von den Lufttemperaturen, sondern in hohem Maasse auch von den Niederschlagsverhältnissen, ein Einfluss, der sich von Jahreszeit zu Jahreszeit ändert. Im Winter und Frühling ist in München die Bodenfeuchtigkeit und daher auch die Leitungsfähigkeit des Bodens durchschnittlich hinreichend, um einen durchgreifenden Einfluss der Abweichungen der Lufttemperatur auf diejenige des Bodens zu ermöglichen, im Sommer aber ist hierzu ein Uebermaass von Niederschlägen nothwendig. Der Herbst schliesst sich grösstentheils noch den Verhältnissen des Sommers an. Milde und zugleich meist feuchte Winter zeigen kein verringertes, sondern ein verstärktes Sinken der Bodentemperatur, milde und trockene dagegen ein stark vermindertes Sinken. Bei abwechselndem Thau- und Frostwetter sinken die Bodentemperaturen ebenfalls unter den Normalwerth. Andauernd strenge Winter dagegen mit bleibender Schneedecke vom December an rufen nur ganz belanglose negative Abweichungen der Bodentemperatur hervor. Warme Sommer bedingen nur dann bis in bedeutendere Tiefen ein Ansteigen der Temperatur über die mittlere, wenn sie zugleich regenreich sind. Warme und trockene Sommer beeinflussen dagegen nur die obersten Schichten (vergl. Met. Zeitschr. 1890, S. 46).

Die hygienische Bedeutung der Bodentemperatur besteht hauptsächlich in ihrem Einfluss auf die Lebensverhältnisse der Mikroorganismen. Schon in geringer Tiefe liegt die Bodentemperatur beständig unter derjenigen, bei welcher eine starke Vermehrung der meisten pathogenen Organismen möglich ist, und daher wird schon in einiger Tiefe eine starke Wucherung solcher Mikroorganismen ausgeschlossen sein. Dabei bildet der Boden einen vorzüglichen Filtrationsapparat sowohl für das herabsickernde Wasser, als auch für die den Boden beständig durchstreichende Luft, so dass schon eine mässige Dicke der Bodenschichte, die allerdings auch von der Bodenart abhängt, die Mikroorganismen von den tieferen Schichten abhält, während die oberen Schichten noch eine

grosse Anzahl solcher Lebewesen nachweisen. Nur dort, wo der Boden grosse Poren oder Spalten zeigt und wo viele Abfallstoffe angehäuft werden, finden sie sich auch in grösseren Tiefen in massenhafter Weise.

Die pathogenen Mikroorganismen können nur dadurch schädlich werden, dass sie entweder in die Luft oder in das Trinkwasser übergeführt werden. Beides ist nun aber sehr schwierig, selbst dann, wenn eine Krankheitserreger enthaltende Flüssigkeit auf den Boden aufgegossen wird und in denselben einsickert. Die filtrirende Kraft des Bodens hält diese Keime zurück, so dass sie nicht ins Brunnenwasser gelangen können. Nur in dem Falle, in welchem Risse und grobe Poren eine hinreichende Filtration nicht zulassen, können die Keime zu grösseren Tiefen gelangen und so die Ursache zu Infectionskrankheiten abgeben. Andererseits ist eine Verbreitung der Mikroorganismen in die Luft dann wohl nicht möglich, wenn die Bodenoberfläche feucht ist, selbst dann nicht, wenn die Keime enthaltende Flüssigkeit am Boden durch den niederfallenden Regen zerstäubt wird, indem sie ja dann wieder sofort durch den Regen aus der Luft wieder herausgeschwemmt werden. Anders ist es, wenn die oberste Bodenschichte oberflächlich austrocknet; alsdann gelangen sehr viele Mikroorganismen in die Luft und werden weithin nach horizontaler und vertikaler Richtung zerstreut und weggetragen.

Die Mikroorganismen, welche sich im Boden aufhalten, finden hier zwar reichliche Nahrung; auch die Feuchtigkeitsverhältnisse sind für sie durchaus günstig, nur die Bodentemperatur lässt, wie gesagt, bei den meisten pathogenen Mikroorganismen eine reichliche Vermehrung nicht zu. Die meisten verlangen eine höhere Temperatur als die des Bodens, und andererseits bewirkt schon die Concurrenz eine Hemmung des Wachsthums oder ein völliges Zugrundegehen. Dass die Bakterien mit dem Grundwasser sich heben und senken sollen, ist schon wegen der filtrirenden Kraft des Erdbodens nicht anzunehmen. Und selbst dann, wenn eine solche vertikale Bewegung der Mikroorganismen stattfände, so würden hiervon die oberen Bodenschichten meist nicht berührt werden, da ja das Grundwasser, wenigstens in der Nähe der menschlichen Wohnungen, gewöhnlich mehrere Meter tief unter der Erdoberfläche bleibt. Die Bodenluft ist anscheinend frei von pathogenen Bakterien.

Als gesunder Boden gilt nach Rubner im allgemeinen ent-

weder Felsgrund oder ein für Luft und Wasser durchgängiger Boden mit tief stehendem Grundwasser; als ungesund namentlich ein sumpfiger Boden, der Boden der Niederungen, der Flussmündungen mit zeitweise brackigem Wasser, der Flussniederungen, welche Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, ferner Culturböden mit einer nahe unter der Oberfläche befindlichen, für Wasser undurchlässigen Schicht.

IV. Die Niederschläge.

Die Niederschläge sind von mehr mittelbarer hygienischer Bedeutung als die Temperatur, aber immerhin ist ihr Einfluss auf den Menschen und das organische Leben überhaupt von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, insbesondere durch das Zusammenwirken von Temperatur und Feuchtigkeit.

Zwar sind die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft nur zum Theile abhängig von den Niederschlägen, aber diese sind die Grundbedingung der Entwickelung und Erhaltung der Vegetation, des Wasserreichthums der verschiedenen Gegenden und spielen eine recht bedeutende Rolle bei der Entstehung und weiteren Entwickelung der Volkskrankheiten. Auf diese Weise beeinflussen die Niederschläge in mancherlei Hinsicht die Gesundheits- und Lebensbedingungen des Menschen. Neben der Wärme bestimmen die Niederschläge den Grundzug des Klimas, und ihr Verhalten ist von grundlegender Bedeutung bei der Frage, ob ein Klima gesund ist oder nicht, ob es für Ansiedelung geeignet ist oder nicht, so dass ihnen wohl die zweitwichtigste Stelle unter denjenigen Witterungselementen eingeräumt werden muss, welche auf unsere Gesundheitsverhältnisse einwirken.

Ehe wir auf die Niederschläge eingehen, wollen wir zunächst ihre Quelle, die *Verdunstung*, hier möglichst kurz besprechen.

Alles Wasser, welches frei dem Einflusse der Luft ausgesetzt ist, verdunstet und führt so der Atmosphäre Wasserdampf zu, welcher sich rasch in die umgebenden Luftmassen mehr oder weniger gleichmässig vertheilt. Die Meere und Flüsse, die feuchte Erdoberfläche und die Pflanzen, welche das Wasser durch die Wurzeln aufsaugen und in die Blätter treiben, sind die unerschöpflichen

Quellen der atmosphärischen Feuchtigkeit, wozu auch der Mensch einen, wenn auch nur sehr geringen Beitrag liefert.

Die Menge des Wasserdampfes, welche auf diese Weise von den einzelnen Gegenden der Atmosphäre zugeführt wird, kann mit unseren Messapparaten auch nicht angenähert bestimmt werden, vielmehr sind die Bedingungen, unter welchen an den verschiedenen Orten die Verdunstung stattfindet, so ausserordentlich ungleich, dass ein Verdunstungsmesser für alle in der Wirklichkeit stattfindenden Fälle bis jetzt noch nicht erfunden ist. Unter sich vergleichbare Zahlen, welche auch in vielfacher Weise nützlich sind, erhält man durch ganz einfache Verdunstungsmesser, wie ein solcher durch Fig. 12 (nach dem Principe von Piche) veranschaulicht wird.

Fig. 12.

Eine kalibrirte, einerseits geschlossene Glasröhre (Reagenzgläschen) etwa 15 cm lang und 1 ½ cm im Lichten, wird mit destillirtem Wasser gefüllt und mit einem kreisrunden Stückchen Löschpapier, welches in der Mitte eine sehr feine Oeffnung hat, geschlossen. Der Apparat wird umgekehrt, wobei das Papier durch den Luftdruck getragen wird. Ein dünner, federnder Draht drückt das Papier fester an das Glas an. Indem nun das Wasser am Papier verdunstet, nimmt dasselbe in der Glasröhre ab, während durch die feine Oeffnung kleine Luftblasen aufsteigen, welche den oberen Raum immer mehr ausfüllen. Die Menge des verdunsteten Wassers lässt sich nun bequem an der Theilung (in Millimeter) ablesen. Dabei muss die Verdunstungsfläche genau bestimmt sein. Diese ist $= 2r^2\pi - \rho^2\pi$, wenn r den Radius des Papiers und ρ die halbe Dicke des Gläschens bedeutet. Die Grösse des Papiers wählt man so, dass die Verdunstungsmenge etwa auf 1 qcm direkt durch die Millimeter der Theilung angegeben wird. Im Winter ersetzt man das Instrument am einfachsten durch ein Gefäss mit bestimmtem Querschnitte.

Unter gleichen Umständen ist die in bestimmter Zeit verdunstete Wassermenge um so grösser, je grösser die verdunstende Oberfläche, je höher ihre Temperatur, je grösser das Sättigungsdeficit und je mehr die Luft in der Umgebung bewegt ist.

Weitaus am grössten ist die Verdunstung auf den Oceanen, wo fast die Hälfte aller auffallenden Sonnenstrahlen zur Dampfbildung verbraucht wird. Dieser Wasserdampf verbreitet sich nach

weit entlegenen Gegenden und giebt bei seiner Verdichtung die Wärme wieder her, welche auf dem Ocean beim Verdunstungsprocesse gebunden wurde.

An der Bodenoberfläche geht die Verdunstung so lange vor sich, als diese noch feucht ist, dann steigt das Wasser aus den tieferen Schichten durch kapillare Anziehung bis zu einem gewissen Grade aufwärts, worauf dann eine Abtrocknung des oberen Bodens erfolgt.

Humusboden verdunstet am meisten, Sandboden am wenigsten, Thonboden liegt in der Mitte. Grösser ist die Verdunstung bei rauher, gewölbter, dunkler Oberfläche und bei mit lebenden Pflanzen bestandenem Boden. Himmelsgegend, sowie Neigung der Bodenoberfläche haben einen grossen Einfluss auf die Verdunstungsmenge.

Im Walde ist die Verdunstung wegen der geringeren Ventilation und Insolation kleiner als im freien Felde, ebenso kleiner bei Vorhandensein einer Streudecke als bei unbedecktem Waldboden. So fand Ebermayer[1]) als Verdunstungsgrösse im Walde von einer freien Wasserfläche, im Vergleich zu jener im Freien, welche = 100 gesetzt wurde (1868/70):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
43	45	52	48	44	43	36	35	33	33	40	48

Die Verdunstung des Bodens unter einer Streudecke war geringer, als bei

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
unbedecktem Waldboden um	58	58	62	64	61	62	50 %
als im Freien um	80	82	86	86	87	89	87 %

Die Luft hat die Fähigkeit, eine gewisse Menge Wasserdampf aufzunehmen, welche von ihrer Temperatur abhängig ist, wie wir es bereits oben (S. 17 ff.) auseinandersetzten. Wird nun ein gewisses Quantum Luft durch irgend welche Ursache abgekühlt, ohne dass ihr Wasserdampfgehalt geändert wird, so wächst ihre relative Feuchtigkeit, bis bei weiterer Abkühlung ihre Temperatur auf den Thaupunkt herabgesunken ist. Jede weitere Temperaturerniedrigung hat zur Folge, dass ein Theil des Wasserdampfes sich ausscheidet, so dass nur so viel Wasserdampf zurückbleibt, dass die Luft gerade noch gesättigt ist. Der ausgeschiedene Wasserdampf, welcher Niederschlag genannt wird, geht entweder in den tropfbar-flüssigen Zustand über, oder in den festen, je nachdem der Kondensations-

---

[1]) „Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Klima und Boden", Zeitschr. d. Oesterr. met. Gesellschaft 1873.

process über oder unter dem Gefrierpunkte vor sich ging. Nach der verschiedenen Art der Bildung nehmen die Niederschläge verschiedene Formen an, wie Thau und Reif, Nebel und Wolken, Regen und Schnee, Graupeln und Hagel.

Hauptsächlich sind es drei Ursachen, welche den Niederschlag des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes bewirken: 1. der aufsteigende Luftstrom, welcher entsteht in Folge der Erwärmung der unteren Luftschichten durch die Sonnenstrahlung, bei der spiralförmigen Bewegung der Luft in einer barometrischen Depression (siehe unten), oder bei einem Ansteigen eines ursprünglich horizontal gerichteten Luftstromes an einem Gebirge; 2. die Mischung ungleich warmer Luftmassen, deren Mischungstemperatur unter den Thaupunkt zu liegen kommt, und 3. die Abkühlung am Orte selbst. Die erstere Ursache ist die wichtigste und möge durch folgendes Beispiel klar gemacht werden. Gesetzt, eine mit Wasserdampf gesättigte Luftmasse habe im Meeresniveau und in unseren Breiten eine Temperatur von 15°, so beträgt der Dampfdruck 12,1 mm und das Gewicht des Wasserdampfes 12,7 g in jedem Kubikmeter Luft. Erhebt sich nun diese Luft aus irgend einer Ursache um 3000 m, so wird sie, wie die Rechnung ergiebt, nach und nach um nahezu 15,4° abgekühlt, oder ihre Temperatur ist noch — 0,4° (ein trockener Luftstrom würde sich unter diesen Umständen um 30° abkühlen, hier aber wird bei der Kondensation Wärme frei). Bei dieser Temperatur ist aber der Dampfdruck nur noch 4,5 mm und das Gewicht des in 1 cbm gesättigter Luft enthaltenen Wasserdampfes nur noch 9,5 g, also sind in dieser Höhe 12,7 — 9,5 oder 3,2 g Wasserdampf ausgeschieden. Hat die aufsteigende Luftmasse die mässige vertikale Geschwindigkeit von 1 m pro Sekunde, so werden sich in der Minute von jedem Quadratmeter Querschnitt 60 cbm Luft erheben. Hieraus folgt direkt die Niederschlagsmenge für jedes Quadratmeter an der Erdoberfläche, also 60 . 9,5 oder 570 g in der Minute, also in jeder Stunde 34 kg oder 34 l, was einer Niederschlagshöhe von 34 mm entspricht.

Alle grösseren Niederschläge werden durch den aufsteigenden Luftstrom verursacht; viel unbedeutender sind diejenigen, welche durch Mischung ungleich warmer Luftmassen hervorgebracht werden, wie das folgende Beispiel zeigt. Zwei mit Wasserdampf gesättigte Luftmassen von je 1 cbm und mit den Temperaturen 14° und 10°, welchen ein Wasserdampfgehalt von 11,961, bezw. 9,330, also zusammen 21,291 g, entspricht, mischen sich mit einander, so wird die Temperatur der Mischung 12°, bei welcher Temperatur 1 cbm

Luft 10,574 g (also 2 cbm 21,148 g) Wasserdampf aufzunehmen vermag; daher können sich noch nicht 0,143 g Wasser ausscheiden, da hier noch die Kondensationswärme in Betracht kommt. Bei der Mischung verschieden warmer Luftmassen kann auch deshalb ein starker Niederschlag in kurzer Zeit nicht stattfinden, weil die Mischung nur sehr langsam von statten gehen kann. Niederschläge entstehen endlich auch durch örtliche Erkaltungen, meistens durch Ausstrahlung der Erdoberfläche, und treten dann gewöhnlich als Thau oder Reif in die Erscheinung.

Thau und Reif. — Der Thau entsteht, wenn die unterste Luftschicht in Berührung mit dem durch Ausstrahlung oder Verdunstung oder durch beide Ursachen zugleich erkalteten Erdboden unter den Thaupunkt abgekühlt wird. Vollzieht sich dieser Process bei Temperaturen, welche unter dem Gefrierpunkt liegen, so erfolgt die Reifbildung. Hiernach sind alle Umstände, welche die Ausstrahlung und Verdunstung, also die Abkühlung des Erdbodens begünstigen, auch für die Thaubildung förderlich, wie klare Luft, feuchter, die Wärme leicht ausstrahlender Boden (wie Rasen); windiges Wetter dagegen verhindert die Thaubildung.

Uebrigens erfolgen die Thau- und Reifbildung nicht genau unter denselben Umständen, was schon daraus hervorgeht, dass bei ganz klarem Himmel, oder unter solchen Umständen, unter denen reichliche Thaubildung stattfindet, starke Reifbildung nicht eintritt. Bei der Reifbildung scheint „dicke“ neblige Luft nothwendig zu sein. Kommt die neblige Luft in Berührung mit den kälteren exponirten Gegenständen, so wird sie ihren Wasserdampf theilweise an diese absetzen, und so ist es erklärlich, dass der Reif (Raureif, Raufrost, Anhang) nach der Richtung hin wächst, aus welcher die Luft den Gegenständen zuströmt.

Für die völlig mit Wasserdampf gesättigte Luft genügt schon eine sehr geringe Abkühlung zur Bildung von Nebel. Reinigt man die Luft durch Filtriren durch Watte von den beigemengten sehr kleinen Stäubchen und sättigt sie dann mit Wasserdampf, so findet eine Nebelbildung nicht statt, so dass wir schliessen müssen, dass die Staubtheilchen der Luft zur Nebelbildung wesentlich sind. Die feinen Staubtheilchen der Luft bilden gut ausstrahlende und daher sich leicht abkühlende feste Punkte in der Atmosphäre, welche der kondensirte Wasserdampf mit einer Hülle überzieht, so dass sie als Nebelkörperchen, nicht als „Nebelbläschen“, wie man früher wohl meinte, in die Erscheinung treten.

Wäre kein Staub in der Luft, so gäbe es nach Aitkens (vergl. Nature 1891, S. 10) weder Nebel noch Dunst und wahrscheinlich auch keinen Regen. Wäre dann die Luft mit Wasserdampf übersättigt, so würde jeder Gegenstand an der Erdoberfläche sich in einen Kondensator verwandeln, jeder Grashalm, jeder Baumzweig würde von Wasser triefen, unsere Kleider würden durchnässt, da jeder Regenschirm nutzlos wäre. Das Innere unserer Häuser würde nass sein, die Wände, jeder Gegenstand im Zimmer würden mit Feuchtigkeit überzogen sein. Hieraus folgt, welche wichtige und nützliche Rolle der Staub in unserer Atmosphäre spielt.

Im Winter tritt im Gebiete mit hohem Luftdrucke nicht selten der Fall ein, dass die Temperatur mit der Höhe nicht ab-, sondern zunimmt, so dass also die Atmosphäre sich im Zustande eines sehr stabilen Gleichgewichtes befindet und ein vertikaler Luftaustausch nicht stattfindet. Dann senken sich bei ruhiger Atmosphäre die kleinen Nebelkörperchen in die unteren Luftschichten vermöge ihrer Schwere abwärts und lagern sich oft in scharfer Begrenzung dicht am Boden (Bodennebel).

Leider sind die Nebelerscheinungen weniger studirt und bekannt, als man es bei der Wichtigkeit derselben für das praktische Leben wohl erwarten sollte. Zwar werden an allen meteorologischen Stationen Nebelbeobachtungen gemacht, allein diese Beobachtungen sind untereinander wenig vergleichbar, indem die persönlichen Anschauungen der Beobachter ausserordentlich verschieden sind. Die Abstufungen von einer leichten Trübung bis zum dichten Nebel sind geradezu unendlich, so dass in jedem einzelnen Falle die Individualität des Beobachters in erster Linie in Betracht kommt. Am meisten, aber nicht immer, treten die Nebel bei Windstille auf, und daher spielen die localen Erscheinungen bei ihrer Bildung und Ausbreitung eine hervorragende Rolle, und auch dieser Umstand erschwert in hohem Maasse die Untersuchung.

Die tägliche Periode der Nebelhäufigkeit zeigt im Binnenlande am Morgen ein Maximum, während um die Mittags- und Abendzeit die Häufigkeit in gleichem Maasse geringer ist, dagegen auf hohen Bergen und theilweise auch an den Küsten herrschen die meisten Nebel zur Mittagszeit. — Die jahreszeitliche Periode der Nebelhäufigkeit zeigen die beiden folgenden Tabellen (die letztere nach H. Meyer[1]), wobei wir uns nur auf Deutschland beschränken:

[1]) Vergl. Ann. der Hydr. u. mar. Met. 1888, S. 155 ff.

Zahl der Tage mit Nebel.

	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr
Helgoland (10 J.)	**6,3**	6,1	5,6	5,3	4,3	3,3	2,1	0,9	0,7*	1,0	0,9	2,9	39,4
Sylt (10 J.)	**8,6**	7,7	7,1	2,9	1,9	1,3	0,7	0,1*	0,6	2,6	4,0	5,7	43,2
Hamburg (10 J.)	**18,9**	18,0	15,2	11,4	7,4	2,6	1,5*	2,6	5,5	12,4	14,3	17,0	126,4
Swinemde. (10 J.)	**9,5**	7,0	8,8	5,5	2,9	2,4	1,8	0,4*	1,7	2,6	3,0	7,4	53,2
Neufahrw. (10 J)	**3,9**	2,4	3,4	2,8	2,7	1,6	1,4	0,4*	1,6	2,3	3,6	**3,9**	30,0
Karlsruhe (80 J.)	6,0	2,0	5,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	**8,0**	7,0	35,0
München (80 J)	**9,0**	8,0	5,0	3,0	1,0	1,0	0,5	0,4*	1,0	4,0	8,0	8,0	49,0
Breslau (63 J.)	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0	5,0	39,0

1877—1885.	Mittlere Anzahl der Tage mit Nebel					Proc. Vertheilung der Tage mit Nebel				Mittlere Länge der Nebelperioden (Tage)				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Borkum . . .	**43**	20	8*	24	94	45	21	8	25	**3,8**	2,3	1.7*	2,3	2,7
Sylt	**24**	6	1*	12	43	46	15	3	26	**1,8**	1,4	1,2*	1,4	1,6
Hamburg . .	**52**	22	10*	45	130	41	17	8	35	**3,3**	1,8	1,3*	2,6	2,4
Kiel	**31**	15	8*	23	77	41	20	11	29	**2,2**	1,7	1,5*	1,8	1,9
Warnemünde .	**26**	12	4*	13	55	47	21	8	23	**2,0**	1,5	1,3*	1,6	1,7
Swinemünde .	**25**	10	7*	18	62	42	17	12	29	**2,0**	1,4*	1,5	1,6	1,7
Neufahrwasser .	9	7	4*	**10**	29	30	25	12	34	1,2	1,3	1,2*	**1,4**	1,3
Kassel . . .	28	26*	31	**38**	123	23	21	25	31	**2,7**	1,7*	2,3	2,6	2.2
Berlin . . .	**10**	1*	1*	5	18	56	8	6	30	**1,4**	1,1	1,0*	1,2	1,3
Breslau . . .	**28**	9	2*	**28**	67	41	14	3	42	**2,2**	1,4	1,1*	2,1	2,0
Karlsruhe . .	**17**	2*	3	11	33	50	7	9	35	**2,1**	1,1*	1,3	1,7	1,7
Friedrichshafen	**16**	5	3*	13	36	42	13	8	37	**2,1**	1,2*	1,2*	1,8	1.8

Nach unserer Tabelle tritt das Maximum der Nebelhäufigkeit im Winter ein; im Frühjahr nimmt die Nebelhäufigkeit rasch ab und erreicht in den Sommermonaten ein Minimum, worauf dann wieder eine rasche Zunahme nach dem Herbste und Winter erfolgt. Die zweite Tabelle ist ohne weiteres verständlich.

Inwieweit in grösseren Städten durch grössere Verunreinigungen der Luft, namentlich durch die Verbrennung von Kohlen, die Nebelhäufigkeit befördert wird, lässt sich am besten durch die Verhältnisse in London darthun, welche Stadt schon immer als das Haupt-

quartier für Stadtnebel angesehen wurde (vergl. Nature 1891, S. 10 ff.), welcher aber eine ganze Reihe anderer grösserer Städte keineswegs nachstehen dürfte.

Nach Brodie war die Anzahl der Winternebel (December bis Februar) in London:

1870 u. 1875	1875 u. 1880	1880 u. 1885	1885 u. 1890
93	119	131	156

Die Nebelhäufigkeit ist demnach ausserordentlich gross und in starker Zunahme begriffen. Dementsprechend war der Kohlenverbrauch 1875 = 4882000, 1889 = 6391000 Tonnen (also Zuwachs auf das 1½fache). Dabei zeigte sich, dass die Ursache des Nebels gewöhnlich plötzliches und starkes Sinken der Temperatur bei ruhiger feuchter Luft und hohem Luftdruck war. Entfällt auf den Jahresverbrauch nur 1% Schwefel, so ergeben sich für 1889 nicht weniger als 195720 Tonnen Schwefelsäure, welche der Luft zugeführt wurden. Hiernach sind auch die anderen Verunreinigungen der Luft zu beurtheilen. — Oft verbreiteten sich die Nebel bis 50 englische Meilen über das Weichbild von London hinaus.

Die Wolken entstehen hauptsächlich durch den in Folge der Ausdehnung sich abkühlenden aufsteigenden Luftstrom. Ihre Bildung beginnt an der Stelle, wo dieser den Thaupunkt erreicht, so dass also bei mächtigeren aufsteigenden Luftmassen Wolken in nahezu derselben Horizontalebene sich bilden. Senken sich die Wolkenmassen, so findet eine Verdichtung der Luft und also eine Erwärmung statt, die Wolken lösen sich auf, worauf wieder Neubildung erfolgt, wenn die erwärmte Luft sich wieder erhebt. Eine genaue, allen wissenschaftlichen Anforderungen genügende Charakteristik und Eintheilung der Wolken fehlt bis jetzt immer noch, so dass die alte, von Howard gegebene Eintheilung noch jetzt mit geringen Abänderungen und Unterabtheilungen beibehalten wird.

Der Vollständigkeit wegen wollen wir die jetzt gebräuchliche Eintheilung der Wolkenformen hier kurz anführen:

A. Höchste Wolken, Höhe 9000 m im Mittel.
   a. Cirrus, Federwolke, fedrig, zart, gewöhnlich weiss auf blauem Grunde, oft lange Streifen (Bande).
   b. Cirro-Stratus, Schleierwolke, feiner weisslicher Schleier, oft diffus (Cirrus-Dunst), erzeugt Sonnen- und Mondringe.

B. Mittelhohe Wolken, Höhe 3000—7000 m.

a. Cirro-Cumulus, Schäfchen, Lämmerwolke, weisse Bällchen, Flocken, ohne Schatten, heerdenweise angeordnet. Alto-Cumulus oder Cumulo-Cirrus, gröber und mit schattigen Theilen.

b. Alto-Stratus oder Strato-Cirrus, dichter, grauer oder bläulicher Schleier, Mond und Sonne bewirken hellere Flecke.

C. Niedrige Wolken, Höhe 1000—2000 m.

a. Strato-Cumulus, grosse dunkle Ballen, Wülste, oft den ganzen Himmel bedeckend (Winter), oft blaue Lücken lassend.

b. Nimbus, Regenwolke, dichte formlose Wolken mit zerrissenen Rändern, gewöhnlich mit Regen oder Schnee.

D. Wolken des aufsteigenden Luftstroms.

a. Cumulus, Gipfel 1800, Basis 1400 m, dichte Wolken mit kuppelförmigem Gipfel und horizontaler Basis.

b. Cumulo-Nimbus, Gipfel 3—5000, Basis 1400 m, Gewitterschauerwolke, mächtige, bergartige Wolkenmassen, gewöhnlich oben mit Schleier oder Schirm.

E. Stratus, horizontales, gleichmässiges Wolkenlager von nicht erheblicher Dichte.

Die getrennten, bezw. geballten Formen sind dem vorwiegend trockenen, dagegen die ausgebreiteten oder schleierartigen Formen dem regnerischen Wetter eigen oder gehen diesem vorher. Beim Herannahen von schlechtem Wetter zeigen sich gewöhnlich die Cirrus- oder Cirro-Stratus-Wolken zuerst, welche dann in Alto-Stratus-Wolken übergehen; nachher zeigen sich unterhalb tiefschwebende Nimbus-Fetzen.

Die Wolken geben uns eine willkommene Handhabe, um die Bewegungen im oberen Luftmeere zu beurtheilen und hieraus in Anlehnung an die allgemeine Wetterlage einen Schluss auf das kommende Wetter zu ziehen.

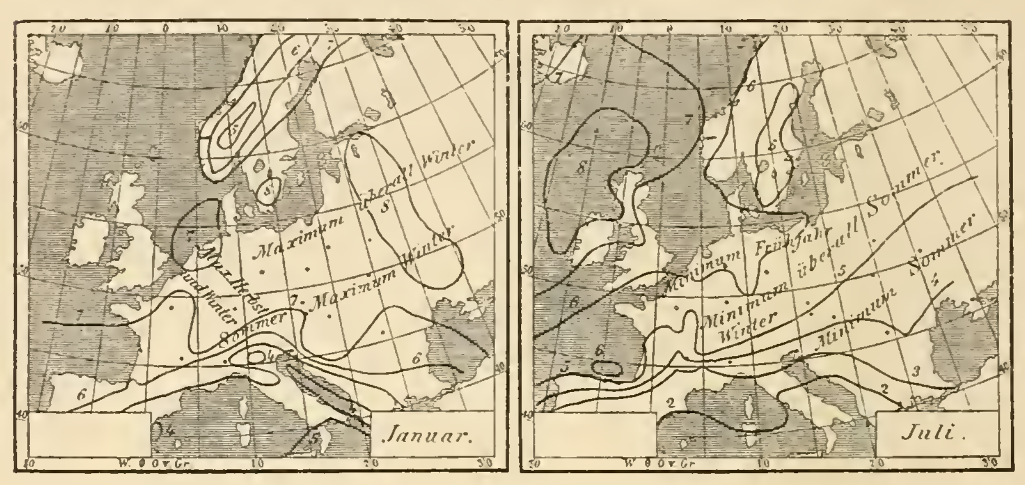
Die Höhe der Wolken schwankt im Mittel zwischen etwa 1500 m (grosse Haufenwolken oder zerrissene Schleier von grauen Wolkenmassen, aus denen gewöhnlich Niederschlag fällt) bis zu etwa 9000 m (Federwolken oder feiner Schleier). Die Wolken zeigen im allgemeinen die Neigung, im Laufe des Tages aufwärts zu steigen, wobei die Haufenwolken an Mächtigkeit und Dicke zunehmen und etwas nach Mittag durchschnittlich ein Maximum erreichen.

Die Bewölkungsgrösse wird durch den Bruchtheil des sichtbaren Himmels ausgedrückt, welcher von Wolken bedeckt ist, gewöhnlich so, dass 0 einen wolkenlosen und 10 einen ganz von Wolken bedeckten Himmel bedeutet. Da die Bewölkung sowohl die Wärmeausstrahlung, als auch die Wirkung der Sonnenstrahlung abschwächt, so wird im Winter die Kälte bei klarem Wetter gesteigert, bei bewölktem gemildert, umgekehrt im Sommer. Die Bewölkung zeigt in allen Jahreszeiten die Neigung, im Sinne der Breitekreise zu verlaufen, indessen ist die Vertheilung der Bewölkungsgrösse eine sehr unregelmässige. Eine Zone starker Bewölkung liegt zwischen dem 35. und 50. Breitegrade. In den Kontinenten ist die Bewölkung geringer, als auf dem Meere und an den Küsten; Seewinde sind entschieden wolkenreicher als kontinentale Luftströmungen. Ueberall, wo die Luft feucht ist und Neigung hat aufzusteigen, wie über den Gebieten mit niedrigem Luftdrucke, wird man die grösste Bewölkung finden; daher ist die Bewölkung im nordwestlichen Europa ausserordentlich gross, und nur die Gegenden, die auf der Leeseite der Seewinde liegen, zeigen eine verhältnissmässig geringe Bewölkung. Bemerkenswerth ist die geringe Bewölkung im Sommer jenseits der Alpen, wo in Folge des niedrigen Luftdruckes über Nordafrika, nördliche Winde vom 45. Breitegrad an wehen, welche nach Süden hin immer mehr an Beständigkeit zunehmen, bis sie in den eigentlichen Passat übergehen.

Die tägliche Periode der Bewölkung ist in unseren Gegenden zwar deutlich erkennbar, indessen ist die Amplitude der Schwankung nicht sehr erheblich; die Küstengegenden zeigen den Einfluss der See durch starke Bewölkung in den Morgenstunden in allen Jahreszeiten; auch im Sommer kommt die Wirkung der nächtlichen Ausstrahlung auf die feuchte Seeluft zum Ausdruck. Fast überall erreicht die Bewölkung ein Minimum am Abend, in der Nacht nimmt die Bewölkung zu und erreicht am Morgen in der kälteren Jahreszeit ihr Maximum, dagegen in der wärmeren Jahreszeit nur eine mittlere Grösse. Mit steigender Sonne nimmt in der kälteren Jahreszeit die Bewölkung ab, in der wärmeren zu, so dass sie im letzteren Falle am Nachmittage ihr Maximum erreicht. Mit sinkender Sonne nimmt sie in allen Jahreszeiten bis zum abendlichen Minimum ab. — Herbst und Winter haben im Tief- und Hügelland Mitteleuropas die grösste Bewölkung, die geringste im Frühjahr und Sommer; dagegen auf den Gipfeln hoher Berge und in den höheren Gebirgsthälern ist der Winter heiter, aber der

Herbst hat die grössten Wolkenmengen. Die folgende Figur zeigt die geographische Vertheilung der Bewölkung nach Teisserenc de Bort für die extremen Monate Januar und Juli.

Fig. 13.



Hygienisch nicht unwichtig erscheint die Kenntniss der Häufigkeit der heiteren und trüben Tage, und daher geben wir in nachstehender Tabelle eine Uebersicht für Deutschland in Procenten (nach Elfert[1]). Als heitere Tage sind solche angenommen, an welchen die mittlere Bewölkung höchstens 2 (an einigen Stationen 2½), als trübe solche, an welchen dieselbe mindestens 8 (resp. 7½) betrug.

Unter 100 Tagen waren

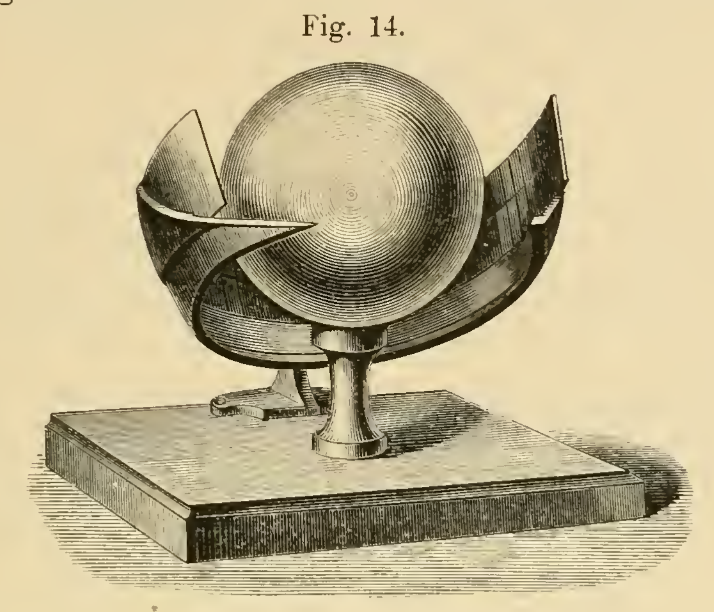
	heiter					trübe				
	Winter	Früh-ling	Som-mer	Herbst	Jahr	Winter	Früh-ling	Som-mer	Herbst	Jahr
Memel	8*	16	**17**	10	13	**59**	34	23*	44	40
Hela	7*	16	**17**	10	12	**37**	21	13*	32	26
Swinemünde . .	4*	**12**	9	7	8	**63**	34	29*	43	42
Hamburg . . .	6	**11**	8	5*	7	62	33*	37	45	44
Helgoland . . .	2	**5**	2	1*	2	74	51*	67	**78**	67
Cleve	10	**20**	11	8*	12	**37**	22*	26	36	30
Kassel	12	**16**	15	8*	13	**46**	17	9*	30	22
Berlin	7*	**16**	**16**	13	13	**62**	32	24*	41	40
Dresden . . .	8*	12	12	**13**	12	**54**	38	30*	39	40
Breslau . . .	8*	10	**15**	11	11	**54**	41	27*	42	41
München . . .	8	**12**	**12**	10	10	**44**	34	29*	44	38
Höchenschwand .	**12**	8*	8*	8	9	**48**	38	23	34	36
Brocken . . .	**13**	4	2	4	6	57	41*	54	**67**	54
Hoh. Peissenberg	**22**	13	12*	12*	15	36*	41	37	**42**	40
Schneekoppe . .	**20**	14	6*	8	12	36*	39	37	**50**	40

[1]) Bewölkungsverhältnisse von Mitteleuropa. Inaug.-Diss. Halle 1885.

Die Tabelle bedarf keiner weiteren Besprechung, wir bemerken nur, dass hier dieselben Verhältnisse obwalten, wie für die mittlere Bewölkung.

Zur Messung der Sonnenscheindauer dient der „Sunshine recorder“ von Campbell (verbessert von Stokes), welcher durch Fig. 14 dargestellt ist.

Fig. 14.



Durch eine Glaskugel wird ein Sonnenbild auf einen halbkreisförmig um dieselbe gebogenen und mit einer Zeiteintheilung versehenen Papierstreifen geworfen, so dass sich das Sonnenbild auf dem Papierstreifen als schwarzer Punkt markirt. Hieraus ergiebt sich direct die Dauer des Sonnenscheins. Die folgende Tabelle veranschaulicht die Sonnenscheindauer für einige Stationen (D = Dauer des mittleren Sonnenscheins in Stunden des mittleren Monatstages, V = Verhältniss desselben zur möglichen Dauer).

	Valentia W. Irland		Oxford		Mont-pellier		Wien		Pola		Peters-burg		New-York		Alla-habad	
	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
		0, . .		0, . .		0, . .		0, . .		0, . .		0, . .		0, . .		0, . .
December .	1,4*	18*	1,1*	15*	3,0*	33	2,5	27	3,0*	34	0,5	9	5,0	54	9,4	**92**
Januar . .	1,8	22	1,2	15*	3,8	40	2,8	33	5,6	60	1,3	20	5,0*	52*	8,3	78
Februar . .	2,1	22	2,1	22	3,7	35	3,2	31	8,1	78	2,6	29	6,3	60	9,6	86
März . . .	4,2	35	4,3	36	5,9	49	4,4	37	7,3	61	4,1	35	7,0	59	9,0	82
April . . .	5,9	43	4,9	36	5,6	43	4,6	35	8,6	62	6,6	51	8,3	62	**11,1**	87
Mai . . .	**7,8**	**51**	**6,9**	**45**	8,0	54	7,2	47	10,7	72	7,3	43	10,5	71	10,4	78
Juni . . .	6,4	39	5,6	33	8,3	54	8,1	50	**11,5**	74	**9,8**	**54**	11,1	73	7,3	55
Juli . . .	5,0	31	5,9	36	9,8	65	**9,3**	**59**	11,4	75	8,7	48	**11,2**	**75**	5,8	43
August . .	5,0	34	5,4	37	**10,8**	**77**	7,5	53	11,4	**82**	7,1	46	10,1	73	4,7*	36*
September .	4,2	33	4,3	34	5,8	47	4,9	45	6,4	51	5,3	39	8,8	71	8,4	68
October . .	3,7	35	3,0	29	5,5	50	2,4*	22*	3,3	30*	2,4	23	7,4	**68**	10,2	89
November .	2,5	26	2,3	27	3,7	38	2,5	27	4,3	45	0,6	8	5,5	56	8,9	82
Jahr . . .	4,1	32	3,0	30	—	—	4,9	38	7,6	60	4,7	34	8,0	64	8,7	73

Zur Beurtheilung der Häufigkeit des Sonnenscheins in der täglichen Periode geben wir nachstehende Tabellen für Wien und Bremen. Die Zahlen geben die Häufigkeit des Sonnenscheins in den einzelnen Tagesstunden.

Stunden-Intervall	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
						Wien (1880/88[1]).							
Vorm.													
4—5h	—	—	—	—	—	1,8	4,5	3,3	0,1	—	—	—	9,7
5—6	—	—	—	—	3,1	11,7	12,6	16,5	6,1	—	—	—	50,0
6—7	—	—	—	0,4	8,6	14,6	15,7	19,4	16,2	3,2	—	—	78,1
7—8	—	0,2	2,6	5,7	12,5	15,1	17,2	20,6	18,5	12,5	3,3	0,8	109,0
8—9	2,5	3,4	6,4	10,5	14,9	17,1	16,8	21,0	19,7	16,0	8,8	5,1	142,2
9—10	5,8	6,2	8,5	13,0	16,1	18,2	**17,4**	21,9	20,2	17,5	10,6	6,9	162,3
10—11	7,2	9,2	9,6	14,2	**16,7**	18,2	16,9	**22,3**	21,2	18,3	11,2	7,9	172,9
11—12	**8,0**	10,9	10,4	14,7	16,3	**18,6**	17,2	21,9	**21,7**	18,0	**12,1**	8,4	**178,2**
Nachm.													
12—1	7,8	11,5	10,6	15,1	15,6	17,8	17,1	21,0	21,3	**18,7**	11,9	8,9	177,3
1—2	7,0	**12,5**	**11,1**	**15,5**	**16,0**	17,6	**17,3**	**21,2**	20,6	18,4	11,4	**9,1**	177,7
2—3	5,8	11,2	10,8	14,5	15,9	17,8	16,7	20,7	19,4	18,2	11,0	8,2	170,2
3—4	2,6	6,5	9,2	12,7	14,7	**17,9**	16,8	20,0	18,9	17,0	9,6	5,8	151,7
4—5	0,1	0,2	3,7	7,6	13,2	17,1	15,3	18,4	18,1	13,7	4,7	0,8	112,9
5—6	—	—	—	1,1	7,2	15,1	14,1	16,1	13,9	4,2	0,2	—	71,9
6—7	—	—	—	—	1,4	11,1	11,5	11,6	5,5	0,2	—	—	41,3
7—8	—	—	—	—	—	1,6	3,7	1,7	—	—	—	—	7,0
Summe	46,8	71,8	82,9	125,0	166,2	231,3	230,8	277,6	241,4	175,9	94,8	61,9	1812,4
Vorm.	23,5	29,9	37,5	58,5	82,2	115,3	118,3	146,9	123,7	85,5	46,0	29,1	902,4
Nachm.	23,3	41,9	55,4	66,5	84,0	116,0	112,5	130,7	117,7	90,4	48,8	32,8	908,0
						Bremen (mittlere Zeit, 1891/93[2]).							
Vorm.													
4—5	—	—	—	—	—	1,3	3,6	1,6	0,1	—	—	—	6,9
5—6	—	—	—	—	3,2	10,3	7,9	7,2	3,8	—	—	—	32,4
6—7	—	—	—	0,1	9,0	15,3	12,8	14,0	12,0	1,2	0,1	—	64,5
7—8	—	—	0,2	3,5	14,2	18,8	15,0	15,4	16,9	8,2	4,1	4,0	97,7
8—9	0,7	0,9	2,8	10,1	17,5	20,1	16,3	**16,6**	18,7	13,0	9,7	3,1	129,6
9—10	4,7	4,4	4,0	12,9	18,6	19,9	17,9	15,4	**19,2**	14,1	10,8	5,2	147,0
10—11	6,4	7,7	6,1	13,7	**19,5**	**20,7**	17,8	14,9	18,8	16,1	13,1	7,4	162,3
11—12	7,4	8,7	7,8	14,2	18,8	20,2	**18,0**	15,8	18,8	16,4	**14,7**	8,5	**169,5**
Nachm.													
12—1	**8,1**	9,7	7,9	14,0	18,4	19,9	16,7	15,5	18,2	16,4	13,2	**9,2**	167,3
1—2	7,8	**10,6**	**8,0**	14,6	17,9	19,1	16,8	14,4	**19,3**	**16,6**	12,4	8,5	165,5
2—3	6,2	9,1	7,4	**14,7**	17,1	18,7	16,7	14,4	19,0	15,3	11,1	5,9	155,5
3—4	1,3	3,0	6,5	13,6	17,0	17,8	15,6	**16,4**	17,8	12,9	8,5	2,3	132,4
4—5	—	—	2,4	13,4	16,1	17,2	**16,3**	16,0	15,4	8,6	1,8	—	122,9
5—6	—	0,4	4,0	5,7	13,3	15,6	14,7	7,6	7,8	1,0	—	—	70,2
6—7	—	—	—	0,1	5,3	11,6	14,8	12,6	7,0	0,1	—	—	51,4
7—8	—	—	—	—	0,1	2,3	8,1	7,1	0,3	—	—	—	17,9
Mittel	42,6	54,5	57,1	130,6	206,0	248,8	229,0	204,9	213,1	139,9	99,5	54,1	1693,0
Vorm.	19,2	21,7	20,9	54,5	100,8	126,6	109,3	100,9	108,3	69,0	52,5	28,2	809,9
Nachm.	23,4	32,8	36,2	76,1	105,2	122,2	119,7	104,0	104,8	70,9	47,0	25,9	883,1

[1]) Siehe Hann in Met. Zeitschr. 1889, S. 197.

[2]) Met. Beobachtungen zu Bremen (P. Bergholz).

Hieran knüpfen wir noch eine kleine Zusammenstellung der Tage ohne Sonnenschein zu London, Rostock und Ischl.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
London (14 J.)	**20**	19	12	6	4	3	3	1*	2	3	9	12	94
Rostock . . .	**18,3**	16,0	13,0	11,0	3,7	1,3	1,3	0,7*	0,7*	3,9	9,3	13,7	92,9
Ischl	**13,2**	8,3	7,2	6,8	5,8	4,2	5,3	3,6*	7,0	6,6	10,0	9,0	87,0

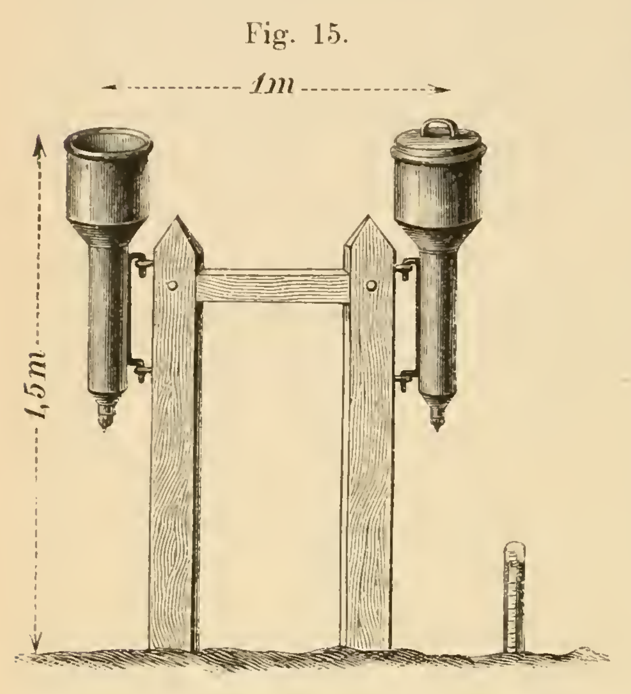
Sowohl zu Wien als zu Bremen fällt das Maximum des Sonnenscheins im Jahresmittel auf die Mittagszeit, in den Wintermonaten durchschnittlich etwas später, während in der wärmeren Jahreszeit dasselbe in zwei Maxima im allgemeinen sich spaltet, von denen das eine auf die Vormittagsstunden, das andere auf die Nachmittagsstunden fällt. Die Zahl der Stunden mit Sonnenschein ist in Wien um 119 grösser, als zu Bremen, und zwar fällt dieser Ueberschuss fast nur auf die Vormittagsstunden.

Die Zahlen der Tage ohne Sonnenschein zeigen für London, Rostock und Ischl im Jahre nur geringen Unterschied; die grösste Häufigkeit fällt auf den Winter (December) bei allen drei Stationen, ebenso die geringste auf den Sommer (Juli), wobei sich die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit zeigt, dass an den beiden Küstenstationen in der letzteren Jahreszeit die Tage ohne Sonnenschein erheblich geringer sind, als in dem kontinental gelegenen Ischl; es scheint dieses Verhalten eine Wirkung der Gebirge zu sein.

Von grosser klimatischer und hygienischer Wichtigkeit sind die Niederschläge, welche als Regen oder Schnee der Erdoberfläche zugeführt werden, schon deswegen, weil durch die Niederschläge die Luft von Verunreinigungen mehr oder weniger befreit wird. Der Niederschlag wird gemessen durch den Regenmesser, dessen Einrichtung Fig. 15 (System der Seewarte) veranschaulicht. Die Auffangsfläche beträgt bei den Regenmessern der Seewarte $^1/_{20}$ qm. Bei der Aufstellung des Regenmessers soll darauf geachtet werden, dass die Niederschläge von allen Seiten freien Zutritt haben und daher die Entfernung der Regenmesser von den nächsten sie überragenden Gegenständen irgend erheblichen Durchmessers mindestens das Doppelte von der Höhe dieser Gegenstände über dem Rande des Regenmessers betrage, und ferner, dass der Regenmesser nicht an einem dem Winde allzu sehr ausgesetzten Ort zu stehen komme. Die Niederschlagsmenge wird täglich wenigstens

einmal gemessen und ausgedrückt durch die Höhe, welche der Regen (oder das geschmolzene Schneewasser) in Millimeter einnehmen würde, wenn derselbe nicht abflösse oder einsickerte. Die Anzahl der Millimeter giebt gleichzeitig die Anzahl der Liter Niederschlag auf das Quadratmeter.

Fig. 15.



In der täglichen Periode der Niederschläge lassen sich in unseren Gegenden zwei Maxima und zwei Minima unterscheiden, und zwar ein Hauptmaximum nach 2 Uhr Nachmittags, ein sekundäres etwa 12 Stunden später in den ersten Morgenstunden, während das Hauptminimum auf die Mittagszeit und das sekundäre Minimum auf Mitternacht fällt. Dasselbe gilt auch für die Häufigkeit der Niederschläge. Der Unterschied zwischen Maximum und Minimum ist ziemlich erheblich und für die Praxis nicht ganz ohne Bedeutung. Bemerkenswerth ist, dass im nördlichen und mittleren Europa die Maxima im Sommer später eintreten als im Winter.

Die Vertheilung der Niederschläge in der jährlichen Periode ist je nach der geographischen Breite und der Lage für die einzelnen Klimate ausserordentlich verschieden; Aufschluss hierüber geben die unten folgenden Tabellen und kartographischen Darstellungen. —

Einen Haupteinfluss auf die Menge und Häufigkeit der Niederschläge üben die Gebirge aus, und zwar wegen der aufwärts gerichteten Luftströme, welche theils der allgemeinen Luftbewegung angehören und zum Ansteigen an den Gebirgsabhängen gezwungen, theils durch das Gebirge selbst hervorgerufen werden. Bei aufsteigendem Luftstrome findet eine Ausdehnung und also eine Abkühlung der Luft und somit, wenn der Thaupunkt erreicht ist, eine Ausscheidung des Wasserdampfes statt. Gebirgszüge, welche zu den vorherrschenden Winden mehr oder weniger senkrecht gerichtet sind, haben nach der Luvseite (der dem Winde zugekehrten Seite) reichliche Niederschläge, während die entgegengesetzte Seite.

die Leeseite, trockener ist. In den Passatgebieten ist die Ostseite, dagegen in höheren Breiten die Westseite die Regenseite. In Deutschland erstrecken sich die meisten Gebirge von Nordwest nach Südost, während die Südwestwinde vorherrschend sind. Daher wird in Deutschland die Südwestseite regenreicher sein, als die Nordostseite. Selbst kleinere Gebirge zeigen diese Thatsache sehr deutlich: so verhalten sich die Regenmengen an der Südwestseite und an der Nordostseite des Teutoburger Waldes wie 69 : 58. Auch mit Annäherung an die Gebirge nimmt der Niederschlag zu, wie dieses deutlich die Niederschläge im Harz und Umgebung zeigen, wo die Regenmenge mit der Annäherung an das Gebirge wächst und nach Ueberschreiten des Gipfels wieder abnimmt, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht [1]):

	Göttingen	Heiligenstadt	Ballenstedt	Klausthal	Brocken	Wernigerode	Salzwedel
Seehöhe in m . . .	130	221	255	565	1134	246	40
Regenmenge in mm	550	601	953	1427	1670	724	585

Für die Zunahme der Regenmenge mit der Höhe im deutschen Mittelgebirge giebt Hann folgende Zahlen:

Seehöhe . . .	1—200	2—300	3—400	4—500	5—700	7—1000 m
Regenmenge . .	58	65	70	78	85	100 cm

Bei normaler Druckvertheilung sind in unseren Gegenden südwestliche Winde überwiegend; verändert sich aber die Druckvertheilung, so ändert sich auch das Windsystem und mit demselben auch der Regenfall.

Gebirge, welche mit den vorherrschenden Windrichtungen parallel laufen, also nach Nordost gerichtet sind, haben auf beiden Seiten in gleicher Seehöhe nahezu dieselbe durchschnittliche Regenhöhe. So hat die böhmische Südostseite des Erzgebirges in 290 m Seehöhe etwa 53, die sächsische Nordwestseite in einer Seehöhe von 270 m 54 cm jährlichen Niederschlag.

Die Schneeverhältnisse als solche haben für unsere Zwecke wenig Bedeutung, nur hat die An- oder Abwesenheit einer Schneedecke zur Winterszeit Einfluss auf den Verlauf der Witterungsvorgänge, namentlich in Bezug auf die Wärmeerscheinungen. Wir werden unten gelegentlich hierauf zurückkommen.

[1]) Vergl. van Bebber, Die Regenverhältnisse Deutschlands, München 1877.

Vertheilung der Niederschläge über die Erdoberfläche.

Die folgende Tabelle giebt die Niederschlagsmengen für verschiedene Gegenden unserer Erde, für das Jahr und die einzelnen Monate, theils in absoluter Menge, theils in Procent (die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Beobachtungsjahre, bei Deutschland die Zahl der Stationen).

Station oder Gebiet	Seehöhe in m	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr
Westküste von Afrika (mm).														
St. Louis . . (13)	—	0	0	12	0	0	6	11	65	**204**	91	13	3	412
Gorée . . . (10)	—	0	0	2	0	0	0	21	103	**278**	118	7	3	502
St. Thomé . . (10)	—	78	107	121	**184**	116	129	22	9	14	19	126	150	1066
Ostseite von Afrika und Südost-Asien (mm).														
Sansibar . . (9)	—	300	100	125	250	**600**	425	100	75	75	75	150	**225**	2250
Port Louis . (13)	—	94	146	**299**	131	80	53	38	22	38	11	18	**42**	972
Indien (mm).														
Bombay . . . (38/68)	12	2	3	0,5	0	1	14	525	**623**	381	275	45	12	1882
Mangalore . . (26/31)	16	14	4	2	3	54	210	**970**	952	601	293	201	47	3358
Colombo . . (15)	12	169	60	48	142	233	**328**	194	137	121	121	316	**334**	2220
Hambantota . (15)	12	102	89	48	54	49	**89**	50	33	39	64	138	**163**	922
Madras . . . (72)	7	131	24	8	10	17	**56**	51	97	113	121	276	**347**	1252
Calcutta . . (55)	6	8	11	24	33	60	141	299	329	**353**	255	137	15	1663
Secunderabad (41)	544	7	7	6	19	18	36	91	**150**	143	132	83	19	711
Cherrapunje . (22/28)	1202	9	18	67	230	745	1311	2832	**3086**	1988	1388	361	51	**12087**
Muzaffargarh . (24)	128	7	6	7	**10**	9	8	10	34	**37**	18	2	2	151
Sandoway . . (22/42)	15	5	2	2	4	32	352	1282	**1514**	1192	637	281	83	5383
Pt. Blair . . (17)	19	136	25	35	11	62	411	**467**	430	390	**506**	300	221	2995
Manila . . . (16)	—	24	26	28	12	30	80	240	282	**438**	408	220	117	1905
Makao . . . (16)	—	28	15	41	53	117	**307**	274	183	252	**269**	155	61	1755
Australien (mm).														
Padang . . . (8)	—	**527**	316	259	379	386	361	273	363	369	450	564	487	4734
Brisbane . . (17)	—	118	167	**201**	196	130	72	106	74	69	43	69	85	1330
Nordaustralien (längs des Ueberlandtelegraphen) (%).														(cm)
12,8° mittl. Br. . . .	—	18	20	**22**	12	13	0	0	0	0	1	6	8	116
20,5 „ „ . . .	—	5	27	**37**	4	7	4	3	3	0	4	2	4	41
27,7 „ „ . . .	—	3	**28**	21	6	6	6	**10**	1	5	9	4	1	13
30,0 „ „ . . .	—	5	14	**23**	4	5	11	**21**	4	4	8	1	0	37
Pacifische Inseln (mm).														(mm)
Waikiki . . . (4 1/3)	—	**248**	111	131	104	108	128	42	39	23	44	48	100	1131
Delanasau . . (10)	—	213	**617**	417	**501**	230	121	60	52	97	84	164	162	2718
Papeiti . . . (8)	—	175	178	175	**199**	116	111	26	16	15	31	45	121	1211
Tropisches Amerika (mm).														
Mexico . . . (14)	—	7	4	6	10	27	51	100	106	**140**	104	53	19	627
Cordoba . . . (9)	—	92	75	53	85	96	160	**487**	443	409	**516**	332	119	2867
Guatemala . . (6)	—	9	7	3	21	75	142	**281**	274	226	227	183	12	1460
Habana . . . (20)	—	56	83	42	39	81	101	**144**	124	122	152	**172**	56	1175
Porto Rico . . (9)	—	93	96	53	85	120	114	117	164	143	129	168	**198**	1480
Santa Cruz . . (22)	—	74	53	38	53	69	**104**	94	79	112	157	**191**	109	1133
Trinidad . . . (29)	—	131	74	48	43	52	99	198	231	**290**	208	181	165	1720
Cayenne . . . (16)	—	332	372	420	527	536	**590**	415	149	45	16	37	76	3515
Rio Janeiro . . (12)	—	133	136	120	**150**	86	121	40	32	70	83	98	145	1211

Station oder Gebiet		December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr cm
Mittelmeerländer (%).														
Laguna Teneriffa		25*	22	13	14	5	3	1	0	0	1	5	11	111
Madeira		15	22	10	9	5	4	2	0*	1	4	9	19	74
Gibraltar		14	16	11	11	8	5	2	0*	1	4	10	16	76
Algerien, Küste		18	12	12	14	7	5	3	0,3*	0,8	4	11	13	70
Algerien, Tell		11	11	11	14	11	7	5	1*	2	5	9	11	57
Hochebene und Sahara		8	8	9	14	12	11	5	2*	4	10	12	7	31
Südportugal		12	13	10	11	7	9	3	1*	2	7	11	14	70
Ostspanien		8	6	6	10	8	9	4	4*	4	14	16	11	42
Frankreich, Südküste		7	10	8	7	7	9	4	2*	4	12	16	13	63
Pogebiet		8	6*	6*	7	9	10	9	7*	8	8	12	10	81
Mittelitalien		10	8	7	9	8	7	7	4*	6	9	13	12	84
Süditalien		13	10	8	9	9	7	4	2*	5	8	12	13	80
Sicilien		15	13	9	12	8	4	2	1*	1	7	14	14	60
Rom und Neapel		12	11	9	9	7	6	4	2*	4	8	14	14	80
Adria, Ostküste, N.		9	7	6*	7	7	8	8	6*	8	10	13	11	130
„ „ Mittl.		11	9	8	10	6	6	6	3*	6	8	12	15	83
„ „ S.		15	10	8	9	6	5	4	1*	4	7	13	18	128
Nordgriechenland		17	12	10	10	5	5	3	1*	3	4	13	17	(53)
Konstantinopel		17	10	9	9	7	4	5	3*	7	8	9	12	72
Smyrna		17	16	12	13	7	5	2	1	0*	4	7	16	65
Beirut		21	15	20	12	9	2	1	0*	0*	2	5	13	92
Jerusalem		21	20	23	18	6	1	0*	0*	0*	0*	3	8	55
Alexandrien		22	24	20	11	1	0	0	0	0	1	3	19	22
Westliches Europa (%).														
NW-Frankreich, Küste		10	10	7	7	6*	8	6	7	7	9	12	11	78
W-Frankreich, 44½–46½° N.		9	9	7	7	7	8	8	7	6*	10	11	10	66
Paris		8	8	7*	7*	8	8	9	9	9	9	9	9	58
Belgien, Holland		7	8	8	6*	7	8	8	10	10	10	10	8	69
W-England		10	11	8	7	6*	6*	8	7	9	9	11	9	118
E-England		8	9	6*	7	6*	7	8	9	9	10	12	9	65
W-Schottland		12	12	9	7	6	5*	7	7	9	8	10	9	127
Irland		10	11	7	8	7	7	8	7	9	8	10	9	100
Norwegen, W. 65–70		9	10	7	8	6	5*	6	8	8	11	11	10	115
„ 60–63		10	9	8	6	7	5*	5*	8	9	11	11	10	—
„ innere Thäler		6	6	12	6	3*	5	11	13	13	10	8	7	40
N-Schweden		7	6	4*	5	6	7	9	11	13	10	12	10	41
Zentral-Schweden		6	5	4*	4*	5	8	10	12	14	11	11	10	—
Dänemark		8	7	6	5*	6	9	10	10	12	9	8	8	63
Deutschland (%).														
Nördl. Schleswig-Holstein	(10)	9	7	6	6	5*	6	8	8	12	13	10	9	70
SW-Holst., N-Hann., Old.	(12)	8	7	6*	7	6*	7	10	10	11	10	8	8	72
Westl. Ostseegebiet	(9)	8	7	6*	6*	6*	8	10	11	12	10	8	8	54
NE d. Mecklenb. Seeplatte	(5)	7	6*	6*	7	7	8	11	13	13	8	7	7	50
Preussen u. Hinterpommern	(9)	7	6	5*	6	6	8	10	12	13	10	8	8	58
Ostdeutsches Tiefland	(9)	7	6*	6*	7	7	8	12	12	13	8	7	7	54
Mitteldeutsches Tiefland	(17)	8	6*	7	7	7	8	12	12	10	7	7	8	53
Westdeutsches Tiefland	(8)	8	7	6*	7	6*	8	11	11	11	8	8	8	64
Weserbergld. u. Thüringen	(9)	7	6*	6*	6*	7	10	12	13	11	7	8	8	51
Harz	(4)	9	7	8	8	7	8	11	12	10	8	8	8	106
Thüringer Wald	(2)	9	8	9	8	6	8	9	9	9	7	8	10	93
Sächsisches Bergland	(9)	7	5*	7	8	7	9	13	12	10	6	7	9	61
Erzgebirge	(6)	8	6*	8	8	8	9	11	11	9	7	7	9	82
NW-Böhmen	(8)	8	6*	6	6	7	10	13	11	10	7	7	8	50
Oberlaus. Elbe-Iser-Gebiet	(8)	8	6*	7	7	7	9	12	11	11	7	7	9	62
Oberschles. Bergland	(6)	6	5*	5*	6	7	10	13	13	12	9	8	7	58
Riesengebirge	(6)	7	6	6	8	7	9	11	12	12	8	7	8	86
Niederrhein. Münsterland	(9)	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	8	9	8	68
Linksrhein. Schiefergebirge	(3)	8	8	6*	7	7	8	9	11	10	8	8	9	68
Sauerl., Rothargeb., Taunus	(5)	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	7	9	10	84

Station oder Gebiet		December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr cm
Hess. Bergland, Rhön	(5)	8	7	6*	7	6*	9	12	11	10	7	8	8	62
Lothr. Plateau, Hardt	(4)	9	7	6*	7	7	8	10	10	8	9	8	9	70
Vogesen	(4)	9	11	8	9	7	7*	8	8	9	7*	8	8	126
Oberrh.Tiefebene, unt.Stufe	(7)	7	7	6*	7	7	9	11	12	11	8	8	9	65
" " ob. "	(4)	6	7	4*	7	7	11	11	10	10	10	8	8	60
Schwarzwald, W u. SW.	(7)	7	7	8	8	8	9	10	10	7	9	10	7	116
" E	(4)	6	6	5*	7	8	10	12	11	11	8	7	8	77
Neckarl., Odenw., Spessart	(6)	8	6*	7	7	6	9	11	11	10	8	8	10	88
Schwäb. Jura	(10)	5*	5*	6	6	8	10	13	12	12	9	8	8	73
Schwäb. Terrasse	(10)	7	6	5*	7	6	10	12	11	11	8	7	9	62
Fränk. Terrasse, Oberpfalz	(7)	8	6*	7	6*	7	9	12	11	10	8	8	9	71
Böhmerwald	(2)	9	9	8	10	6	8	9	10	8	6	7	10	113
Schwäb.-bayer. Hochebene, westl. Alpenvorland	(14)	6	5	5*	6	8	10	13	12	12	8	8	7	105
Oestl. Alpenvorland	(6)	6	5*	6	7	7	10	12	13	13	9	6	6	102
Inneres der Nordalpen	(8)	7	6*	6*	7	8	9	11	12	12	9	6	7	121
Russland (%).														
Archangelsk	(26)	6	6	5	6	4*	6	10	12	14	12	10	8	40
St. Petersburg	(57)	7	5	5	5	5	9	10	14	14	11	9	5	47
Riga	(31)	6	6	4*	5	6	8	11	12	12	11	10	9	51
Helsingfors	(39)	8	6	5*	5*	6	7	8	9	12	10	11	13	56
Warschau	(73)	7	5*	5*	6	7	8	12	13	14	9	8	7	57
Gorki	(33)	6	4*	4*	5	7	10	13	16	11	9	8	6	52
Bogoslowsk	(45)	4	3*	4	4	5	10	13	18	17	10	7	5	41
Tibit	(11)	6	4	3*	4	5	10	15	18	10	11	7	8	42
Orenburg	(32)	8	7	6*	6*	6*	10	13	11	8	8	8	9	40
Moskau	(32)	8	5	4*	5	7	10	10	14	13	10	7	7	54
Kiew	(29)	7	6	4*	7	8	8	11	15	12	9	8	4	53
Odessa	(36)	8	5*	5*	6	7	9	14	14	7	8	7	10	40
Astrachan	(36)	8	10	6*	9	6*	12	12	9	7	10	7	6*	16
Tiflis	(38)	4	3*	4	6	10	15	14	11	8	11	7	5	49
Baku	(35)	13	14	9	9	8	6	3	2*	3	8	13	12	25
Lenkoran	(21)	9	10	6	8	5	3	2*	2*	4	18	19	16	120
Nukuss	(8)	8	14	6	20	26	12	5	1*	2	1*	4	2	8
Petro-Alex.	(11)	7	9	14	24	23	6	6	0*	1	1	4	4	7
Taschkend	(11)	17	12	12	20	17	5	1	0*	1	1	6	7	33
Beresow	(7)	4	4	3*	4	6	8	11	17	14	13	7	7	37
Tobolsk	(10)	5	4	3*	4	5	7	13	19	18	8	8	7	47
Tomsk	(10)	5	3	2*	3	2	9	20	17	16	9	8	6	37
Barnaul	(45)	5	3	2*	3	4	10	15	17	16	9	8	7	26
Irkutsk	(9)	6	6	3*	3*	4	6	18	18	14	11	6	5	42
Nertschinsk	(42)	1	0*	0*	1	3	7	16	26	27	12	6	2	41
Jakutsk	(9)	7	7	1*	3	5	8	15	12	19	9	10	5	35
Ocholsk	(6)	2	2*	2*	2	3	6	14	7	23	27	9	2*	19
Ajan	(6)	3	1*	1*	2	2	4	11	11	25	19	13	9	112
Nikolajewsk	(20)	3	2*	3	4	7	9	12	12	17	16	9	7	41
Wladiwostok	(12)	1	1*	1	2	9	10	9	14	26	13	11	4	37
Peking	(33)	0*	1	1	1	3	6	14	34	26	11	2	1	62
Nowo-Archangelsk	(23)	10	9	8	6	7	5	4	6	9	12	14	11	215
Vereinigte Staaten (%).														
Neu-England		10	9	8	9	8	8	6*	8	9	7	9	9	117
Mittl. Atlant. Staaten		8	9	8	9	7	7	6*	10	11	9	7	8	111
Südl. " "		7	9	7	9	7	6*	9	10	11	11	8	6*	145
Florida-Halbinsel		5	6	6	5	6	7	12	11	15	13	11	4*	129
Oestl. Golfstaaten		9	10	8	10	9	8	7	8	4*	8	6	8	152
Westl. "		8	8	8	8	9	10	9	8	7*	9	8	9	116
Rio-Grande-Thal		6	6	5	4	3*	12	5	6	14	15*	20	5	77
Tennessee		8	12	10	11	10	7	8	7	7	6*	6*	8	139
Ohio-Thal		9	8	9	8	8	9	10	10	8	6	7	8	111
Untere Seeregion		8	7	7	7	6*	9	10	10	9	8	9	9	97
Obere "		7	6*	6*	6*	7	10	12	10	10	10	10	6*	89

Station oder Gebiet	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahr cm
Aeusserster Nordwesten	3*	3*	3*	5	8	13	**16**	14	13	9	8	4	56
Oberes Mississippi-Thal	6	5*	6	7	8	**12**	10	12	7	10	9	7	92
Missouri-Thal	3*	3*	3*	4	10	13	**17**	16	10	9	8	3*	81
Felsengebirge nördl. Theil	6	6	4*	5	10	14	**16**	12	9	7	7	4*	41
Felsengebirge mittl. „	7	2*	2*	4	8	20	**16**	14	11	7	6	3	58
Felsengebirge südl. „	5	4*	4*	4*	5	**11**	15	14	**16**	9	9	5	63
Südliches Plateau	10	5	10	9	3*	3	6	16	**21**	7	6	5	34
Mittleres „	10	9	9	10	**14**	12	7	2*	3	5	9	9	33
Pacifische Küste nördl. Theil	**17**	15	15	10	7	5	3	1*	1	4	8	14	123
Pacifische Küste mittl. „	**18**	18	15	13	12	4	1	0*	0*	2	5	12	56
Pacifische Küste südl. „	**22**	13	**24**	15	10	3	1*	1*	2	0	3	7	24
Südhemisphäre (%).													
Mittl. Parana	11	11	10	12	11	**14**	6	5	3*	5	**11**	8	142
Unterer Parana	**12**	9	7	11	9	8	7	5*	5*	8	**10**	9	87
Pr. Buenos-Ayres	10	**11**	10	9	8	7	8	6	4*	7	10	10	66
Argentinien, Inneres	14	**20**	17	16	7	2	2	1*	1*	2	6	12	55
Chile, Westküste	3	2*	2*	5	6	15	**20**	19	13	8	4	3	164
Südspitze	7	8	**10**	9	9	8	**13**	10	8	5*	7	6	55
Kapland (6 St.)	3	2*	3	3	6	15	**19**	15	13	9	7	5	78
Klein-Namaland (3 St.)	2	1*	6	5	8	9	**18**	16	15	8	10	2	22
Inneres Südafrika (13 St.)	10	16	15	**17**	5	6	2*	3	3	7	7	9	41
E-Australien, Küste (13 St.)	7	9	12	**13**	10	10	8	7	5*	6	7	7	117
„ Inneres (21 St.)	6*	8	**12**	9	7	**10**	8	6*	7	**10**	8	9	56
S-Australien (22 St.)	7	8	5	7	7	**13**	**13**	11	9	10	8	5	48
W-Australien (1 St.)	1*	2	1*	3	5	15	**21**	20	13	10	6	3	81
Neuseeland (13 St.)	8	8	8	6*	7	10	10	10	**11**	8	8	8	124
Polarländer (%).													
Island	11	10	10	9	6	6	5*	7	7	**14**	11	9	70?
W-Grönland	8	4	8	8	3*	9	5	10	8	12	10	12	—
Sitka (Alaska)	9	9	8	6	6	5	4*	5	9	**19**	**14**	11	—

Dieses Material zusammen dürfte geeignet sein, die wichtigsten Fragen über Niederschlagsverhältnisse in irgend einer Gegend unserer Erde, von welcher genügende Beobachtungen vorliegen, zu beantworten. Nur einige wenige erläuternde Bemerkungen mögen hier Platz finden.

Die regenreichsten Gegenden unserer Erde liegen in den Tropen, wo ein mächtig aufsteigender Luftstrom den Wasserdampf der Luft verdichtet. Der Gürtel grösster Erwärmung mit starken, von Gewittern begleiteten Regenfällen liegt durchweg nördlich vom Aequator und wandert mit der Sonne nur bis 10° oder 12° nach dem Wendekreise hin. Die Passatwinde und Monsune, welche nach wärmeren Gegenden wehen, sind zwar reich an Wasserdampf, aber an und für sich keine eigentlichen Regenwinde, sie werden es aber dann, wenn sie auf dem Lande zum Aufsteigen gezwungen werden und so rasch ihrem Sättigungspunkte zugeführt werden. Die grössten bekannten Regenmengen unserer Erde fallen an den dem Südwest-Monsun zugekehrten Gebirgs-


Mittlerer jährlicher Regenfall
unter 10 engl. Zoll – 25 cm
10 – 25 " " 25-64 cm
25 – 50 " " 64-127 cm
50 – 75 " " 127-190 cm
über 75 " " 190 cm

Fig. 16.

abhängen Vorder- und Hinterindiens (vergl. in der Tabelle Cherrapunje auf einem Plateau der Chassia Hills). Alle tropischen Inseln, welche von Gebirgen durchzogen sind, haben eine trockene Westseite und eine regnerische Ostseite.

Nördlich und südlich von den Wendekreisen befinden sich, auf dem Meere ziemlich regelmässig, auf dem Lande unregelmässig und vielfach unterbrochen, je ein regenarmer Gürtel (vergl. Fig. 16 und 18), welcher auf der Nordhemisphäre das nördliche Afrika (Sahara) einnimmt und sich ostwärts bis zum Amur fortsetzt, in Asien sich weit nordwärts bis zum 50. Breitegrade ausbreitet und Wüstengebiete bildet. Auch die Wüsten im Osten der Vereinigten Staaten gehören diesem Gürtel an. Andererseits wird der südliche Theil von Afrika sowie Australien grösstentheils von einem südhemisphärischen regenarmen Gürtel aufgenommen.

Polwärts werden die regenarmen Zonen durch die subtropischen Zonen begrenzt, welche sich hauptsächlich auf die Oceane beschränken und dort ein eigenes Regengebiet bilden; nur das Mittelmeergebiet bis zum Kaspisee wird von der subtropischen Zone noch aufgenommen. Die auf dieser Zone gelegenen Gegenden sind (abgesehen von dem Einflusse der Gebirge) dann regenarm, wenn sie im Bereiche des Passates sich befinden, also im Sommer, regenreicher, wenn die feuchten Südwestwinde vorherrschen, also im Winter, und zwar wird die regenarme Zeit im allgemeinen desto länger andauern, je südlicher die Gegend liegt, so dass die Regenzeit im Norden des Gebietes volle 12 Monate umfasst, während sie nach Süden hin bis zu etwa 4 Monate herabsinkt.

Weiter polwärts sind die Regen an keine Jahreszeit gebunden; es regnet dort in allen Monaten des Jahres, nur unterscheidet man je nach der Lage zwischen regenärmeren und regenreicheren Monaten und Jahreszeiten. Die jahreszeitliche Vertheilung der Niederschläge in Europa wird durch Fig. 17 veranschaulicht.

In Westeuropa herrschen oceanische Regenverhältnisse; Winterregen sind auf den britischen Inseln, sowie im nordwestlichen Frankreich vorwaltend. Herbstregen mit einem zweiten Maximum im Mai hat Frankreich, wobei nach dem Innern dieses Landes die Sommerregen zunehmen, dagegen die Winterregen geringer werden, so dass die Verhältnisse nach und nach den kontinentalen sich anlehnen. In ähnlicher Weise bilden die Länder an der südlichen Nordsee den Uebergang von Herbst- zu Sommerregen. Norwegen hat an der Westküste (bis etwa 69° n. Br.) noch Herbstregen, öst-

lich vom Gebirgskamm sind die Sommerregen (August) deutlich ausgesprochen, wobei Februar und März den geringsten Regenfall zeigen. Weiter ostwärts nehmen die Niederschläge der kälteren Jahreszeit immer mehr ab, während die Sommerregen sich nach und nach zu einem einzigen bedeutenden Maximum ausprägen.

Bemerkenswerth sind die ausserordentlich grossen Regenmengen, welche in den Seendistricten von Cumberland fallen; so hat The Stye eine jährliche Regenmenge von 472 cm, Seatweate von 364 cm, Glencoe (Schottland) von 326 cm, Regenmengen,

Fig. 17.

welche nur mit den tropischen sich vergleichen lassen. Andererseits fallen in der iberischen Halbinsel auf der Nordseite der Sierra da Estrella bis zu 350 cm Regen, also nahezu doppelt so viel, als an den regenreichsten Orten Deutschlands.

Wir haben in den obigen Erörterungen eine allgemeine Vorstellung über die Vertheilung der Regen über die Erde gegeben: wir wollen nun im Folgenden versuchen, die jahreszeitliche Vertheilung der Regenmengen mit Berücksichtigung der Regenhäufigkeit und der Bewölkung klarzustellen, und benützen hierzu das Material, welches durch Köppen veröffentlicht worden ist [1].

---

[1] Die Regenkarte, welche ich hier mit einigen Abänderungen wiedergebe, befindet sich in Berghaus, Physik. Atlas. Eine andere Regenkarte, ebenfalls von Köppen, ist im jetzt erscheinenden Debes'schen Handatlas veröffentlicht. Auch auf diese Karte wurde Rücksicht genommen.

Die Regenmenge sowohl als auch die Regenhäufigkeit und Bewölkung zeigen in ihrem Verhalten in den Tropengegenden wenig Unterschiede, dagegen weisen diese Elemente in den aussertropischen Gegenden mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten auf.

Die der Fig. 18 gegenüberstehende Legende giebt eine ausführliche Erklärung der Karte, so dass weitere Zusätze überflüssig erscheinen dürften.

Wenden wir uns speciell zu den Regenverhältnissen Deutschlands, welche uns am meisten interessiren, so ergeben sich die nachfolgenden Grundzüge.

In Deutschland unterscheiden wir drei Regengebiete: 1. Gebiet mit vorwaltenden Herbstregen (deutsche Nordseeküste); 2. Gebiet mit vorwaltenden Winterregen (hochgelegene Orte in den Vogesen); 3. Gebiet mit vorwaltenden Sommerregen (alle übrigen Länderstrecken). Die Sommerregen treten um so mehr hervor, je weiter wir uns von der Küste nach Osten und Südosten entfernen. Im allgemeinen ist die Regenmenge am grössten im Juli, am kleinsten am Ende des Winters oder am Anfange des Frühjahres; die Procentzahlen sind für Deutschland durchschnittlich: Winter 20, Frühjahr 22, Sommer 33 und Herbst 25%.

Die regenreichsten Gegenden Deutschlands mögen durch folgende Orte (nach Hellmann) vertreten sein: Kreuth (im oberen Thale der Mangfall) ca. 200 cm, Wildenstein (Hochvogesen) 192 cm, Melkerei in den Mittelvogesen 172 cm, Schweigmatt 167 cm, Höchenschwand (im Schwarzwald) 159 cm, Baden-Baden 166 cm, Brockengipfel 167 cm. Nach Hellmann existiren in Norddeutschland nur drei Trockengebiete mit einer Regenmenge von unter 50 cm, nämlich eines in Westpreussen, nordöstlich von Thorn bis zur Drewenz und Liebe, ein zweites im Anhaltischen um Bernburg und ein drittes, noch kleineres bei Riesa an der Elbe. In Süddeutschland ist der westliche Theil von Rheinhessen am regenärmsten. Am intensivsten und umfangreichsten sind die Trockengebiete des ganzen mittleren Böhmens, sowie der Grenzlande von Mähren und Niederösterreich, wo die jährliche Regenmenge an einzelnen Orten auf etwa 38 cm herabsinkt, wie es sonst nirgends in Mitteleuropa der Fall ist.

Die folgenden Tabellen geben für einige deutsche Stationen als Ergänzung zur Tabelle S. 167: 1. die Jahresmengen und die procentische Vertheilung der Regenmengen auf die Monate des Jahres

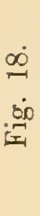


Fig. 18.

Regengebiete der Erde

Legende zur vorstehenden Karte.

1. Tropische Regenzeit, Haupttrockenzeit im Winter und Frühling.
- 1a. Doppelte Regenzeit im Frühsommer und Herbst.
- 1b. Dasselbe; zweite Regenzeit verlängert bis Vorwinter.
- 1c. Einfache Regenzeit im Hoch- u. Spätsommer.
- 1d. „ „ „ Spätsommer u. Herbst.
- 1f. „ „ „ Herbst.
- 1g. Uebergangsgebiet, Regen im Sommer und Winter.

2. Winterregen, Sommer regenarm.
- 2a. Maximum der Regenmenge und Regenhäufigkeit im Winter.
- 2b. Maximum der Regenmenge im Herbst und der Regenhäufigkeit im Winter.

3. Vorwaltende Winterregen, aber Sommer mässig regnerisch (im Monat 6—15 Regentage).

4. Trockener Spätsommer.
- 4a. Regen im Frühjahr und meist auch im Herbst, Minimum Spätsommer.
- 4b. Regen im Frühsommer, heiterer Nachsommer, trüber Winter, meist secundäres Regenmaximum Vorwinter.

5. Alle Monate mässig regnerisch oder mit Schneedecke.
- 5a. Jährliche Periode der Regenmenge, der Regenhäufigkeit und der Bewölkung gering.
- 5b. Desgleichen, aber Minimum der Bewölkung im Spätsommer.
- 5c. Desgleichen, aber Maximum der Regenmenge im Herbst.
- 5d. Maximum der Regenmenge, der Regenhäufigkeit und Bewölkung im Herbst, Minimum im Frühling.
- 5e. Maxim. der Regenm. im August, der Regenh. im Herbst, der Bewölkung im Spätherbst.
- 5f. Maxim. der Regenm. u. Min. der Bewölkg. im Sommer, geringe jährl. Periode der Regenh.
- 5g. Maxim. der Regenh. u. Regenm. im Herbst, Minim. im Frühsommer, Maxim. der Bewölkung im Sommer.
- 5h. Minim. der Regenm., Regenh. u. Bewölkg. im Spätwinter; Maxim. der Regenh. im Frühsommer und Herbst, der Regenm. im Spätsommer, der Bewölkung im Spätherbst.
- 5i. Minim. der Regenm., Regenh. u. Bewölkg. im Spätwinter, Maxim. derselben im Spätsommer und Herbst.
- 5k. Minim. der Regenm., Regenh. u. Bewölkg. im Winter, Regenmaxim. wie bei 5h, jedoch in allen Jahreszeiten mehr Niederschlag; Maxim. der Bewölkung im Sommer.
- 5l. Minim. wie bei 5h; Maxim. der Regenm. u. Regenh. im Hochsommer, der Bewölkg. im Spätherbst.

6. Das ganze Jahr regnerisch (monatl. mehr als 15 Regentage), namentlich im Winter.

7. Das ganze Jahr regenarm (monatl. weniger als 6 Regentage).

.... Grenze der nord- und südhemisphärischen Jahreszeiten; südlich dieser Grenze sind die Jahreszeiten südhemisphärisch zu verstehen.

für eine Anzahl deutscher Orte und 2. nach H. Meyer[1]) die Anzahl der jährlichen Niederschlagstage nach der Grösse der Niederschläge (Schwellenwerthen, 1876—85):

Procentische Vertheilung der Regenmenge auf die Monate des Jahres.

Ort	Beob.-Jahre	Seehöhe m	December	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jahresmittel cm
Sylt	13	5	9,2	6,7	5,4	6,4	5,4	4,6	6,0	6,9	10,9	17,1	10,6	10,7	67
Hamburg . . .	12	26	9,7	6,0	5,9	7,4	6,3	8,0	9,2	8,9	10,7	10,4	8,7	8,7	72
Stettin	31	40	7,1	5,6	5,4	5,9	7,2	8,2	11,0	13,1	13,8	7,7	7,5	7,2	50
Tilsit	60	14	6,3	6,2	5,1	5,2	6,2	7,2	10,6	13,1	12,7	9,9	8,9	8,5	67
Hannover . . .	25	62	8,1	5,8	5,8	6,8	6,4	8,6	11,8	12,0	11,3	5,9	5,6	7,5	58
Berlin	32	48	8,3	6,8	7,5	7,4	7,0	8,1	11,6	11,8	10,2	6,6	7,0	7,7	59
Breslau . . .	32	147	5,7	4,7	5,9	7,3	6,6	9,6	12,1	13,4	14,4	7,8	6,4	6,1	52
Brocken . . .	7½	1143	7,7	5,6	7,5	7,0	4,5	6,6	8,4	15,5	12,6	8,8	9,4	6,4	124
Kassel	16	171	8,1	6,4	6,5	6,7	6,7	8,1	10,5	11,8	11,4	7,0	8,3	8,4	54
Karlsruhe . . .	64	123	7,9	6,6	6,5	7,1	7,3	8,8	9,8	10,9	10,4	8,1	7,7	8,7	80
München . . .	40	528	3,7	4,9	4,5	5,0	7,4	11,0	14,3	13,8	12,6	8,4	7,1	6,3	71
Hohenpeissenbg.	54	994	3,2	2,9	2,3	3,3	5,0	11,0	16,6	16,5	16,0	11,2	7,2	5,1	59
Rothlach . . .	20	1000	9,1	11,0	8,3	10,8	7,5	7,9	7,6	7,3	6,9	6,6	8,1	8,9	154

Niederschlagstage im Jahre nach Schwellenwerthen.

Millimeter	Borkum	Keitum (Sylt)	Hamburg	Kiel	Swinemünde	Neufahrwasser	Kassel	Berlin	Breslau	Karlsruhe	Stuttgart	Höchenschwand	Friedrichshafen
mehr als 0,0	204,4	161,2	210,8	202,5	178,0	167,6	165,5	172,7	142,8	169,1	174,7	182,7	165,1
5,0	52,1	52,8	49,6	47,7	39,2	33,3	38,7	35,8	31,3	72,0	44,7	87,5	84,9
10,0	17,9	19,6	18,3	18,1	11,6	12,1	13,2	12,2	13,3	36,3	17,3	54,1	43,4
20,0	2,5	3,0	2,3	2,5	2,0	3,4	2,0	2,4	4,0	13,1	4,2	23,5	11,9
30,0	0,3	0,9	0,5	0,4	0,6	0,9	0,7	0,2	1,3	6,1	1,3	11,1	4,9

Hiernach bringen in Norddeutschland nur 20—30 % aller Niederschlagstage mehr als 5 mm Niederschlag. Diesem stehen Karlsruhe mit 43, Höchenschwand mit 48 und Friedrichshafen mit 51 % gegenüber. Mehr als 10 mm liefern in Norddeutschland 7—9 %, in den eben genannten süddeutschen Orten bezw. 22, 30 und 26 % aller Niederschlagstage.

Die Wahrscheinlichkeit, dass es in einem beliebigen Moment regnet oder schneit, ist nach den Terminbeobachtungen berechnet (1 = Gewissheit. 1877/85):

---

[1]) Vergl. „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“, XI. Jahrgang 1888, Nr. 6.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Borkum	0,101	0,074	0,081	0,115
Keitum	0,129	0,082	0,086	0,156
Hamburg	0,109	0,074	0,075	0,103
Kiel	0,127	0,082	0,076	0,132
Swinemünde . . .	0,092	0,070	0,067	0,097
Neufahrwasser . . .	0,084	0,073	0,062	0,082
Hannover	0,233	0,114	0,127	0,169
Kassel	0,132	0,078	0,079	0,114
Berlin	0,114	0,089	0,088	0,115
Breslau	0,102	0,101	0,074	0,105
Karlsruhe	0,167	0,134	0,097	0,149
München	0,133	0,148	0,113	0,137

„An der Nordseeküste fällt der grösste Werth der absoluten Regenwahrscheinlichkeit auf den Herbst, der kleinste auf den Frühling; der Uebergang zur Ostsee verschiebt zunächst das Minimum auf den Sommer und dann das Maximum auf den Winter; diese Form der Jahreskurve kommt auch dem Binnenlande zu, nur München und Friedrichshafen weichen hiervon ab, indem hier der grösste Werth im Frühjahr erscheint.“

Die wahrscheinliche Dauer des Niederschlags an einem Niederschlagstage beträgt in Stunden (1877/85):

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Borkum	4,1	3,9	3,6	4,4	4,0
Hamburg	4,2	3,8	3,2	4,0	3,8
Swinemünde . . .	4,2	4,2	3,1	4,5	4,0
Neufahrwasser . .	4,2	4,2	3,2	4,2	4,0
Kassel	6,9	4,6	4,0	5,6	5,3
Berlin	5,4	5,2	4,3	5,6	5,1
Breslau	6,0	6,2	4,5	6,4	5,8
Karlsruhe . . .	8,7	7,6	4,8	7,1	7,0
Friedrichshafen .	6,2	5,8	4,3	6,0	5,6

Also ist an der Küste die Dauer eines Niederschlags durchschnittlich um mehr als 1 Stunde kürzer als im Binnenlande.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Periode mit Niederschlag (N-P) und eine solche ohne Niederschlag (T-P) 1, 2, 3 bis zu 10 Tagen anhält, ist im Jahresmittel (Procente):

Dauer in Tagen	Borkum		Hamburg		Swinemünde		Neufahrwasser		Kassel		Berlin		Breslau		Stuttgart	
	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P	N·P	T·P
1	27,5	40,8	31,5	41,3	38,4	40,7	39,1	39,1	44,0	38,2	39,3	41,9	50,9	33,9	35,2	42,0
2	20,4	20,0	19,6	21,9	22,8	20,4	25,1	20,0	21,4	19,5	22,8	17,7	20,8	22,8	23,6	19,5
3	13,7	12,8	12,1	21,1	12,2	10,8	12,3	13,0	13,3	11,1	14,0	13,0	15,5	11,5	14,3	12,2
4	9,2	7,9	8,6	6,5	9,8	8,5	7,6	7,2	6,7	9,6	8,3	7,2	6,1	9,3	10,0	6,9
5	7,6	4,3	6,5	4,8	5,8	5,8	4,4	6,0	4,2	5,5	6,1	4,6	2,3	7,3	5,9	4,3
6	6,4	3,9	5,4	3,9	1,9	3,8	5,1	3,0	3,5	5,1	2,8	4,1	2,0	2,9	4,5	3,9
7	4,7	2,8	3,0	2,6	2,6	2,4	2,5	2,5	2,1	3,1	2,0	4,1	0,9	4,2	1,4	2,7
8	2,6	3,0	2,6	2,0	2,2	2,4	1,9	1,7	1,4	1,0	1,3	2,0	0,6	1,9	2,3	2,3
9	2,2	0,4	1,5	1,1	1,0	1,5	0,9	2,5	0,6	1,8	0,8	1,2	0,3	1,6	1,0	1,4
10	0,9	0,9	2,0	0,6	0,8	0,3	0,5	1,9	0,6	1,3	0,5	1,4	—	1,0	0,7	0,8
11—15	3,7	3,0	5,0	3,0	2,2	2,6	0,6	2,4	1,4	2,7	1,7	1,8	0,6	2,8	0,8	2,6
16—29	1,1	0,6	1,9	—	—	0,5	—	0,8	0,4	0,8	0,5	0,8	—	0,3	—	1,4

Hiernach zeigen Küste und Binnenland ein ganz verschiedenes Verhalten. An der Küste ist die Wahrscheinlichkeit einzelner Trockentage inmitten von Niederschlagstagen weit grösser als diejenige einzelner Niederschlagstage inmitten von Trockentagen, im Binnenlande gerade umgekehrt. Die Wahrscheinlichkeit einer mehrtägigen Niederschlagsperiode ist an der Küste grösser als die einer mehrtägigen Trockenperiode, im Binnenlande umgekehrt.

Die Veränderlichkeit des Wetters nimmt bei herrschendem Regenwetter von der Küste nach dem Binnenlande hin zu, bei trockenem Wetter nach derselben Richtung hin ab. Es beträgt die Wahrscheinlichkeit des Witterungswechsels:

Dauer der vorausgegangenen Periode in Tagen	Borkum		Hamburg		Swinemünde		Neufahrwasser		Kassel		Breslau		Stuttgart	
	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit	bei Niederschl.	bei Trockenheit
1	0,275	0,409	0,315	0,413	0,348	0,407	0,391	0,390	0,440	0,383	0,509	0,339	0,352	0,420
2	0,282	0,336	0,285	0,373	0,370	0,343	0,412	0,327	0,381	0,315	0,424	0,352	0,365	0,335
3	0,263	0,316	0,247	0,328	0,314	0,280	0,344	0,318	0,384	0,262	0,546	0,266	0,348	0,317
4	0,239	0,294	0,232	0,263	0,367	0,301	0,322	0,285	0,316	0,310	0,477	0,294	0,371	0,262
5	0,262	0,228	0,230	0,265	0,343	0,295	0,277	0,288	0,286	0,254	0,348	0,325	0,352	0,223
6	0,250	0,269	0,248	0,292	0,174	0,279	0,438	0,202	0,336	0,320	0,467	0,192	0,412	0,255
7	0,287	0,263	0,182	0,274	0,281	0,242	0,390	0,213	0,302	0,279	0,375	0,345	0,225	0,243
8	0,226	0,381	0,194	0,297	0,341	0,319	0,480	0,186	0,300	0,122	0,400	0,236	0,451	0,264
9	0,312	0,077	0,138	0,231	0,222	0,281	0,462	0,334	0,191	0,256	0,333	0,262	0,353	0,231
10	0,152	0,208	0,220	0,150	0,238	0,087	0,429	0,375	0,235	0,250	—	0,226	0,364	0,167

Die Wahrscheinlichkeit eines Witterungswechsels nimmt hiernach mit der Länge der vorangegangenen Periode mit Tagen mit gleichem Charakter ab. Bei gleicher Länge der vorangegangenen

Periode ist an der Küste die Wahrscheinlichkeit eines Uebergangs von Trockenheit zu Niederschlag grösser als die eines solchen von Regen zu Trockenheit, im Binnenlande umgekehrt.

Die folgenden Zahlen geben (ebenfalls nach H. Meyer) für einzelne deutsche Orte den mittleren, den ersten und letzten mittleren Schneefall, sowie die extremen Fälle und die mittlere Dauer der schneefreien Zeit (1876/85):

	Mittlerer Schneefall		Schneefall		Mittlere Dauer der schneefreien Zeit
	letzter	erster	spätester	frühester	Tage
Borkum . . .	25. März	19. Nov.	10. Mai (1879)	29. Oct. (81)	238
Hamburg . . .	16. April	4. „	8. „ (80)	15. „ (82)	201
Swinemünde .	18. „	3. „	4. „ (77)	15. „ (82)	199
Neufahrwasser .	28. „	29. Oct.	19. „ (76, 80)	14. „ (82, 84)	183
Kassel	10. „	31. „	4. „ (77)	4. „ (81)	204
Berlin	6. „	12. Nov.	3. „ (77)	4. „ (81)	219
Breslau . . .	30. „	3. „	19. „ (76, 80)	4. „ (81)	186
Karlsruhe . .	6. „	18. „	11. „ (85)	30. „ (81)	225
Stuttgart . . .	15. „	6. „	11. „ (79)	16. „ (79)	204
Höchenschwand	16. Mai	16. Oct.	14. Juni (82)	26. Sept. (85)	152
Friedrichshafen	18. März	18. „	15. Mai (85)	28. „ (85)	224

Andere Formen des Niederschlags sind Hagel und Graupeln. Der erstere besteht aus mehr oder weniger festen und undurchsichtigen Eisstücken, die letzteren werden von dicht zusammengeballten Schneekügelchen gebildet. Eine allgemein angenommene Hageltheorie ist bis jetzt noch nicht aufgestellt worden. Bei der Hagelbildung sind jedenfalls heftige Luftbewegungen mit thätig, wie aus den das Hagelwetter in der Regel begleitenden heftigen Windstössen hervorgehen dürfte, insbesondere dann, wenn kalte Luftströme in ein warmes Gebiet einfallen, wie es meistens auf der Rückseite unserer Cyklonen zu geschehen pflegt. Der Hagel fällt hauptsächlich in den Sommermonaten, meistens in Begleitung von Gewittern, während die Graupeln in allen Jahreszeiten fallen, vorzugsweise jedoch in den Frühlings- und Herbstmonaten.

Veränderlichkeit der Niederschläge.

Die Regenmenge in der jährlichen Periode, sowie die Regenhäufigkeit sind in den einzelnen Jahrgängen erheblichen Schwankungen unterworfen. Von hohem, sowohl theoretischem, als praktischem Interesse erscheint es, Gesetzmässigkeiten aufzufinden, an welche diese Schwankungen geknüpft sind. Nach dieser Richtung

hin sind einige Untersuchungen gemacht worden, deren Ergebnisse allerdings bemerkenswerth sind, aber nicht zu einer befriedigenden Lösung der Frage führten. Derartige Untersuchungen wurden gemacht von Hann für Oesterreich-Ungarn (Zeitschr. d. Oest. Ges. für Met. 1881), von Kremser für Westeuropa (Met. Zeitschr. 1894), von Hellmann für Spanien und von Wild für Russland (Regenverh. d. Russ. Reiches). — Unter mittlerer Veränderlichkeit der Niederschläge versteht man die mittlere Abweichung derselben an irgend einem Orte in den Monaten und im Jahre von den betreffenden langjährigen Mittelwerthen.

Die folgende Tabelle veranschaulicht die Veränderlichkeit der jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagshöhen in procentischen Abweichungen vom Mittel:

	Beobachtungs-Jahre	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Mittel	Jahr
Königsberg . . .	32	43	43	39*	**45**	42	14
Stettin	28	38*	**47**	42	**47**	43	14
Lübeck	31	47	46*	46*	**54**	48	17
Bremen	37	**58**	45*	48	53	51	—
Berlin	28	40*	**47**	**47**	43	44	12
Breslau 1856/76 .	18	43	33*	**52**	45	43	10
„ 1858/76 .	18	42	34*	**50**	42	42	9
Klausthal . . .	16	48	46	40*	**54**	47	—
Güterslohe . . .	39	46	41	40*	**47**	44	13
Köln	28	50	45*	46	**52**	42	14
Mannheim . . .	26	43	44	41*	**50**	44	16
Karlsruhe . . .	34	45	46	40*	**50**	45	—
Brüssel	50	**45**	40*	40*	44	42	14
Stuttgart . . .	40	40	36*	44	**52**	43	12
Metz	33	45	42	40*	**55**	46	17
Regensburg . . .	70	44	35*	**46**	42	42	15
München	33	34	28*	40	**45**	36	10
Prag	50	48	41*	**58**	53	50	—
Wien	34	44*	44*	45	**48**	45	—
Hermannstadt . .	28	45	34*	47	**50**	44	—
Triest	35	53	43*	46	**64**	52	—
Lissabon	49	59	**96**	67	51*	68	23
S. Fernando . . .	35	61	**130**	68	54*	78	28
Madrid	29	63*	**79**	64	63*	87	16
Paris	69	43	42	38*	**44**	42	13
Genf	50	**56**	43*	43*	48	48	16
Venedig	34	55	61	53*	**70**	60	22
Mailand	117	50*	54	54	**64**	56	15
Genua	47	57	**75**	55*	63	63	16
Rom	55	51*	**67**	60	57	59	18

	Beobachtungs-Jahre	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Mittel	Jahr
Palermo	74*	61	**100**	55	43*	65	16
Algier	23	51*	**122**	63	58	73	18
St. Petersburg . .	57	**44**	41	36*	**44**	41	16
Riga	31	38*	**50**	46	44	45	19
Moskau	28	37*	39	**47**	42	41	13
Kiew	29	47	44	36*	**53**	50	17
Odessa	35	55*	59	66	**72**	63	23
Sebastopol . . .	21	61	**74**	64	58*	64	20
Kasan	24	51	41*	**56**	48	48	16
Katharinenburg .	47	53	39*	59	**63**	54	22
Bogoslowsk . . .	44	53	45*	50	**57**	51	20
Tiflis	38	48*	55	**62**	60	56	15
Barnaul	45	**64**	53*	62	59	60	34
Nertschinsk . . .	40	62	44*	53	**80**	60	23
Peking	32	83	47*	74	**104**	77	21
Konstantinopel .	38	49	49	**74**	40*	56	17
Providence . . .	29	37*	**49**	41	39	42	11
Sacramento . . .	30	67	**143**	112	59*	91	28

Im allgemeinen zeigt sich, dass im Jahresmittel den grösseren Niederschlagsmengen auch eine grössere Veränderlichkeit entspricht, dass die Veränderlichkeit von Norden nach Süden hin abnimmt, ebenso für unsere Gegenden von Nordwest nach Südost, indessen lässt sich hierfür eine feste Regel nicht aufstellen. Für die einzelnen Monate findet Wild die grösste Veränderlichkeit (100 und mehr) überall dort, wo die Niederschläge jeweilig geringe Werthe aufweisen, so im Winter im ostasiatischen Monsungebiete, im Sommer im ganzen subtropischen Gebiete des Mittelmeeres und Transkaspiens, im Herbste in der Wüste südlich vom Aralsee. Dagegen in den Gebieten, in welchen reichlichere Niederschläge fallen, liegt die Sache umgekehrt. Im Winter nimmt die Veränderlichkeit mehr zu von W nach E, im Frühjahr von allen Seiten her gegen die Aralo-Kaspische Niederung und die Gobi hin, im Sommer von NW nach SE in Europa, von E nach W in Ostasien und endlich im Herbst von N nach S in Westeuropa, im europäischen Russland und Mittelasien und von E nach W in Ostasien, theilweise von W nach E in Mitteleuropa und im Kaukasus.

Werfen wir einen Rückblick auf die vorhergehenden Jahrgänge, so erhalten wir nach Kremser für den Zeitraum von 1840 bis 1875:

in Italien . . .	14 Jahre zu trocken,	22 zu nass
„ Deutschland .	15 „ „ „	21 „ „
„ England . .	19 „ „ „	17 „ „
allgemein . . .	18 „ „ „	18 „ „

In Deutschland, insbesondere aber in Italien sind die meisten Jahre zu nass und werden dann durch eine geringe Anzahl intensiv trockener Jahre ausgeglichen, in England (und wohl in ganz Nordeuropa) zeigt sich ein geringer Ueberschuss an trockenen Jahrgängen.

Von Interesse dürfte folgende Tabelle sein, welche nach Kremser die Abweichungen in den einzelnen Jahrgängen von 1848—1874 enthält (ausgeglichene Zahlen, indem die vorangehenden und die nächstfolgenden mit verschiedenem Gewichte berücksichtigt wurden):

Jahr	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860
Proc.	3,3	3,7	4,5	**5,2**	4,5	2,9	1,6	−0,9	−5,5	−8,9*	−7,1	−1,6	**2,2**

Jahr	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874
Proc.	1,9	−0,5	−3,8	−6,2*	−4,6	0,4	4,7	**4,8**	1,6	0,0	1,7	**3,1**	2,5	−0,2

Die durch diese Zahlen gegebene Kurve hat eine gewisse Aehnlichkeit mit der Kurve der Sonnenfleckenhäufigkeit, indessen wollen wir hier kein Urtheil darüber abgeben, inwieweit ein solcher Zusammenhang der Wirklichkeit entspricht.

Die Veränderlichkeit der Niederschlagstage ist nach Wild (für Russland) im allgemeinen geringer in den Monaten, welche eine sehr geringe Anzahl der Niederschlagstage aufweisen.

Räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge.

Untersuchungen über die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge wurden hauptsächlich gemacht von Winkelmann für Württemberg (Zeitschr. der Oester. Ges. für Meteor. 1881, S. 225), von Mantel für die Schweiz (ebenda 1882, S. 377) und von Horn für Bayern (Inaug.-Diss. München 1885). Wir wollen das Ergebniss der letzteren Untersuchung hier wiedergeben, indem dieses im allgemeinen auch für die benachbarten Gebiete gilt.

„Die Uebereinstimmung im Witterungscharakter ist in der Pfalz und dem östlichen Theile Bayerns ziemlich gross. (Unter 100 Tagen ist durchschnittlich im Jahre an 63 bezw. 70 Tagen in Bezug auf Niederschlag das gleiche Wetter.)

„Sieht man von den einzelnen Gebieten ab und betrachtet, welches Verhalten Bayern in seiner Gesammtheit zeigt, so ergiebt sich:

Trockenes Wetter herrscht zu gleicher Zeit im ganzen Lande im Winter am häufigsten, im Herbste am seltensten. Gleichzeitige Niederschläge fallen im Sommer am meisten, am wenigsten werden sie im Frühjahr verzeichnet. Der Juli bietet hierfür die grösste, der April und Mai die geringste Wahrscheinlichkeit. Noch ist zu bemerken, dass in den meisten Monaten die Zahl der Tage, an welchen allenthalben Niederschlag fällt, grösser ist, als die Zahl der gleichzeitig trockenen Tage. Nur in den beiden Wintermonaten Januar und Februar, wie in den drei Frühlingsmonaten gestaltet sich das Verhältniss umgekehrt. Wie Mantel und Winkelmann für ihre Gebiete nachgewiesen haben, so ergiebt sich auch für unser Land die Thatsache, dass im Mittel die Abweichungen durch trockenes Wetter häufiger sind als diejenigen durch Niederschlag."

Hygienische Bedeutung der Niederschläge.

Die atmosphärischen Niederschläge sind in mehrfacher Hinsicht von nicht unerheblicher hygienischer Bedeutung. Als unmittelbare Einwirkungen derselben auf den menschlichen Organismus sind die Wärmeentziehungen anzusehen, welche durch Durchnässung der Kleider hervorgebracht werden, wobei die Wärme sowohl durch Leitung als auch durch Verdunstung abgeleitet wird. Viele Erkältungserkrankungen haben ihre Entstehungsursache diesem Umstande zu danken.

Welche Wärmemenge dem Körper bei völliger Durchnässung der Kleider entzogen wird, geht aus folgendem Beispiel hervor. Die Kleidung eines deutschen Soldaten wiegt (nach Müller) trocken 4850 g, durchnässt 8750 g, so dass also 3900 g Wasser von den Kleidern aufgenommen werden. Um diese bei 15° in Dampf zu verwandeln, sind 2324 Calorien erforderlich, oder ungefähr dieselbe Wärmemenge, welche ein Erwachsener bei mittlerer Arbeit an einem Tage producirt (vergl. S. 126), eine solche Wärmemenge würde hinreichen, 58 kg Eis von 0° zu schmelzen. Es ist hieraus klar, wie schwer es ist, einen solchen Wärmeverlust durch die zu Gebote stehenden Mittel zu ersetzen, namentlich dann, wenn die Verdunstung rasch erfolgt.

Andererseits sind es aber die mittelbaren Wirkungen der Niederschläge, welche für den menschlichen Organismus viel mannigfacher und viel bedeutsamer sind als die mittelbaren. Vor Allem hervorzuheben ist die Eigenschaft der Niederschläge, die Luft von allen beigemengten Bestandtheilen zu reinigen, welche schädlich auf den Menschen einwirken können, seien es giftige Gase, oder die Athmungsorgane reizende Staubtheilchen, oder Mikroorganismen, welche zum Theile die Erreger von Krankheiten sind, alle werden durch den Niederschlag zu Boden gefällt und dem Boden zugeführt, wodurch sie wenigstens für den Athmungsprocess zunächst unschädlich werden. Wie wir oben gesehen haben, sind die in der Luft schwebenden Staubtheilchen die Stellen, an welchen sich der Wasserdampf niederschlägt, und welche dann zuerst zu Nebelkörperchen, dann zu Regentropfen sich umbilden, und so kann man die Niederschläge als die bedeutsamsten Regulatoren für die Reinheit unserer Atmosphäre betrachten. Allerdings gelangen auf diesem Wege die Staubkeime der Luft in den Boden oder in das Flusswasser und können sich hier weiter entwickeln und so unter Umständen der Gesundheit ebenfalls schädlich werden.

Der Einfluss des Schnees auf die Reinigung der Luft dürfte noch bedeutsamer sein, als diejenige des Regens. Denn abgesehen davon, dass der fallende Schnee die der Luft beigemengten Bestandtheile in ausgiebigerer Weise wegnimmt als der Regen, bindet er jene meistens längere Zeit an der Erdoberfläche, verhindert also auf diese Weise eine Wiederverbreitung derselben in die Luft durch die Winde und andererseits eine Vermehrung im Boden.

Die luftreinigende Wirkung der Niederschläge gewinnt insofern sehr an Bedeutung, als dadurch die Weiterverbreitung mancher Krankheiten unter Umständen beschränkt oder gänzlich aufgehoben wird, insbesondere solcher Krankheiten, deren Erreger häufig in der Luft sich befinden.

Es ist wohl zweifellos, dass das Auftreten und die Verbreitung der Cholera in Indien mit dem Auftreten und dem Aufhören der Regen- und Trockenzeiten innig zusammenhängt, indessen ist der causale Connex dieser Erscheinungen dort nicht hinreichend aufgeklärt, ebenso wenig für unsere Gegenden, wo die thatsächlichen Verhältnisse vielfach umgekehrt liegen als in Indien. Jedenfalls dürfte hier das Verhalten der Bodenfeuchtigkeit und auch des Trinkwassers die hervorragendste Rolle spielen, eine Verbreitung durch die Luft dürfte andererseits wohl ausgeschlossen sein.

Aehnlich sind die Verhältnisse bei dem Malariafieber. Nach Hirsch findet man: 1. das Hervortreten der Malariafieber als Endemie oder Epidemie sowohl bei beginnendem Regen nach längerer Zeit bestandener Hitze und Trockenheit, wie auch mit Nachlass der Regen und darauf folgender warmer, trockener Witterung; 2. das Erlöschen der Endemie oder Epidemie auf der Höhe sehr bedeutender Niederschläge, und 3. die Prävalenz der Krankheit in nassen, das seltenere Vorkommen in trockenen Jahren.

Man hat in London die Erfahrung gemacht und statistisch nachgewiesen, dass bei der grössten Zahl von Nebeln sich nach einigen Tagen eine merkliche Zunahme der Todesfälle zeigte, so dass hierauf der Volksglaube von den mächtigen tödtlichen Wirkungen des Nebels zurückzuführen ist. Eine genauere Untersuchung zeigte indessen, dass die Hauptursache nicht eigentlich dem Nebel, sondern vielmehr der starken Abkühlung, welche in weitaus den meisten Fällen die Nebel begleiten, zuzuschreiben ist. Percy Frankland stellte die interessante Thatsache fest, dass zur Zeit der Nebel auffallend wenig Bakterien in der Luft vorhanden waren. Ausgesprochener aber ist die Wirkung des Nebels auf die Pflanzen, indem dichter Nebel für das Wachsthum der Pflanzen sich als schädlich erwies.

Indirect hygienisch schädlich ist die lichtabsorbirende Kraft des Nebels. Abgesehen davon, dass viele Leute körperlich und geistig unter dem Einflusse des Nebels zu leiden haben, hindert er die zerstörende Wirkung des Lichtes auf die Bakterien. Wie viel Sonnenlicht London durch die Stadtnebel verloren geht, zeigen folgende Zahlen, welche die Sonnenscheindauer im Jahre 1890 in Stunden angeben. (Bunhill Row liegt mitten in der City, die Sonnenscheindauer von Aspley Guise, in der Nähe von London, kann als normal angesehen werden):

Bunhill Row	Greenwich	Kew	Aspley Guise	Eastborne
1157	1255	1405	1419	1724

Ein klimatisch und hygienisch wichtiger Faktor in unseren Witterungsverhältnissen ist die Bewölkung, insbesondere die Häufigkeit der heiteren wie trüben Tage, welche für die einzelnen Klimate ausserordentlich verschieden ist. Heitere Tage wirken auf unsere Stimmung ganz anders wie trübe. Heitere, sonnige Tage verleihen der Landschaft einen eigenthümlichen Reiz, erwecken eine freudige Stimmung, regen zur Arbeit an und erleichtern sie, locken zum

Aufenthalt und zur Bewegung in freier, frischer Luft, wodurch die Esslust befördert wird, und üben so einen Einfluss auf unser Wohlbefinden aus. Ganz anders ist die Wirkung auf unsere Stimmung, wenn mehrere Tage der Himmel mit einförmigem Grau bedeckt ist und kein Sonnenstrahl die dichte Wolkendecke durchdringt, dann werden auch wir, wie die uns umgebende Landschaft, trübe, verdriesslich, unlustig zur Arbeit. So spiegeln sich unsere Stimmungen gewissermassen in den launenhaften Vorgängen am Wolkenhimmel unbewusst ab, nach und nach unserem Gemüthe den Charakter aufdrückend, der dem ganzen Bezirke in Bezug auf das Klima vorwaltend eigenthümlich ist. Ja selbst die Literatur der südlichen, sonnigen Länder erzeugt heitere, phantasiereiche Bilder, während die Sagen der nordischen Völker von Ernst und Düster umwebt sind und die freudige Stimmung fast nur im Gegensatz zum Schmerze in die Erscheinung tritt.

Das Sonnenlicht hat kräftige chemische Wirkungen, welche auf das Allgemeinbefinden des Menschen von Einfluss sind. Durch Thierversuche ist nachgewiesen worden, dass der thierische Körper bei Licht viel grössere Mengen Kohlensäure ausscheidet als im Dunkeln. Der Aufenthalt in den Polargegenden verursacht eine grüngelbliche Färbung des Gesichtes, nervöse Reizungen, Verdauungsstörungen u. dergl., und wenn auch in unseren Gegenden solche Folgeerscheinungen nicht merkbar auftreten, so dürfte doch nach und nach ein sonniges Klima sich auf unser Wohlbefinden ganz anders äussern als ein solches mit meist bedecktem Himmel.

Bemerkenswerth ist die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Mikroorganismen. Durch das Licht insbesondere durch das directe Sonnenlicht verlieren manche Bakterien ihren pathogenen Charakter (so die Milzbrandsporen) und gehen dann zu Grunde; selbst diffuses Tageslicht bringt nach mehrtägiger Einwirkung das Absterben mancher Bakterien zu Stande (z. B. der Tuberkelbacillen). —

Etwa durchschnittlich ein Drittel der gefallenen Niederschlagsmenge sickert in den Erdboden ein und vereinigt sich mit jener gewaltigen unterirdischen Wasseransammlung, welche wir Grundwasser nennen. Das Grundwasser passt sich der darunter befindlichen undurchlässigen Schichte (Lehm-, Thon- oder Felsenlager) an, fast unabhängig von den kleineren Erhebungen der Erdoberfläche, wobei wellenförmige Bewegungen stattfinden, welche auf eine Ausgleichung verschiedener Niveauständе gerichtet sind. Die Geschwindig-

keit dieser Bewegung ist abhängig von der Durchlässigkeit der Bodenschichten, von der Neigung der unteren undurchlässigen Schicht und von den Grundwasserständen; jedenfalls ist dieselbe im allgemeinen nicht sehr bedeutend, im Mittel kann man (nach Flügge) 25 cm pro Stunde annehmen.

Der Grundwasserstand zeigt zeitliche Schwankungen, welche mit den Regenfällen und mit den Jahreszeiten zusammenhängen; dabei stehen Regenfall und Grundwasserstand nicht in einem festen Verhältniss, indem hier eine Reihe von modificirenden Ursachen (insbesondere Verdunstung) in Betracht kommen. Während in Norddeutschland der Grundwasserstand durchschnittlich im April am geringsten, im September oder October am höchsten ist, fällt in Süddeutschland (München) das Maximum in die eigentlichen Sommermonate und das Minimum in die beiden letzten Monate des Jahres.

Wollny kam auf Grund eingehender Untersuchungen zu folgenden Ergebnissen [1]: 1. Der Grundwasserstand in ebenen Lagen sammelt sich in einer um so höheren Schicht an, je tiefer der undurchlässige Untergrund liegt; 2. in Trockenperioden sind die Schwankungen des Grundwasserspiegels um so grösser, je weniger mächtig die durchlässige Bodenschicht ist, in welcher sich auf undurchlässiger Unterlage das Grundwasser ansammelt; 3. die Bildung des Grundwassers erfolgt während des Sommerhalbjahres in solchem Umfang, dass im Boden in 1—1,2 m Mächtigkeit die Hohlräume mit Wasser vollständig oder fast vollständig erfüllt werden; die Grundwasserschwankungen in dem nackten Boden steigen und fallen im allgemeinen mit den Niederschlagsmengen, solange das im Boden sich ansammelnde Wasser noch nicht die Oberfläche erreicht hat; 4. in einem mit einer vegetirenden Pflanzendecke versehenen Boden bildet sich während des Sommerhalbjahres selbst bei grösserer Mächtigkeit (bis 1,2 m) Grundwasser gar nicht oder nur vorübergehend.

In Bezug auf Bodenarten von verschiedener physikalischer Beschaffenheit fand Wollny, 1. dass bei ebener Lage und unter sonst gleichen Umständen der höchste Stand des Grundwassers sich im Quarzsand gebildet hatte; dann folgt in absteigender Linie der Lehm, der Kalksand, während im Torf die Grundwasserschicht die geringste Höhe erreichte; 2. dass im Quarzsand, demnächst im Torf, das

[1]) Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, Jahrgang XIV, 1891, S. 335.

Ansteigen des Grundwassers stetig erfolgte, dass letzteres dagegen im Lehm- wie Kalksandboden grösseren oder geringeren Schwankungen unterworfen war; 3. dass im nackten Boden die während des Sommerhalbjahres sich ansammelnden Grundwassermengen bei einer Mächtigkeit von 1,2 m so ergiebig sind, dass der Boden mehr oder weniger vollständig bis zur Oberfläche mit Wasser gesättigt wird.

In hygienischer Beziehung ist ein Boden, dessen Oberfläche nur einen geringen Abstand vom Grundwasser hat, für die Gesundheit mehr oder weniger gefährlich. Liegt der Grundwasserspiegel die meiste Zeit nahe der Oberfläche, so tritt Versumpfung des Bodens ein, besonders bei Culturboden, dessen undurchlässige Schicht nahe der Bodenoberfläche liegt. Die Versumpfung wird befördert durch geringes Bodengefälle, durch Anhäufung organischer Verwesungsstoffe, gewerbliche Anlagen u. dergl. Auf diese Weise werden oft ausgedehnte Landstrecken versumpft und verursachen unter Umständen Disposition zu Malariafiebern und anderen Krankheiten.

Die gefallenen Niederschläge werden vielfach zur Wasserversorgung der Wohnungen benutzt, und zwar wird dieses Wasser gewonnen entweder durch directe Ansammlung des Niederschlags in Cisternen oder ausgemauerten Gruben, oder aus dem Quellwasser. Das Cisternenwasser zeigt indessen meist starke Verunreinigungen, wobei lebhafte Zersetzungen stattfinden, so dass der Gebrauch desselben als Trinkwasser für die Gesundheit schädlich werden kann. Daher empfiehlt sich, mit dieser Art Wasserversorgung eine Filtrireinrichtung zu verbinden, welche den Zweck hat, das Wasser zu reinigen und zu verbessern, insbesondere aber die Bakterien auszuscheiden. Sind aber die Filter nicht zweckmässig eingerichtet und werden sie nicht öfters gereinigt, so finden oft starke Wucherungen der Bakterien statt, welche das filtrirte Wasser in hohem Grade verunreinigen und unbrauchbar machen.

Andererseits werden häufig Quellen zur Wasserversorgung benutzt, namentlich in Gebirgsgegenden, wo sie reichlich zur Verfügung stehen. Wenn solche Wasserleitungen ihre Reservoire in einer Gegend haben, welche von Menschen nicht bewohnt wird, und wenn das Regenwasser nicht über angebautes und gedüngtes Land wegfliesst, so geben sie ein ausgezeichnetes Trinkwasser. Im anderen Falle verlangen die hygienischen Bedürfnisse eine Filtration (dicke Sand- oder Kiesschicht).

—

V. Gewitter.

Ueber den Ursprung und das Wesen der Luftelektricität sind wir noch sehr im Unklaren und ebenso sind die Wirkungen derselben auf den menschlichen Organismus, wenn sie überhaupt existiren, bis jetzt nicht bekannt. Daher dürfte es als selbstverständlich erscheinen, dass wir diese Erscheinungen von unseren Erörterungen ganz ausschliessen [1]). Besser gekannt dagegen sind die Gewitterphänomene, welche ja auch durch ihre Grossartigkeit so auffallend in die Erscheinung treten. Da dieselben immerhin hygienisch von einiger Wichtigkeit sind, so müssen sie naturgemäss in den Kreis unserer Betrachtung fallen.

Der Sitz des Gewitters ist eine gewöhnlich niedrig ziehende, eigenthümlich gestaltete Haufenwolke mit einer Unterfläche von meist graublauer Färbung, welche der Landschaft eine eigenartige Färbung verleiht. Die Elektricität der Gewitterwolken ist bald positiv, bald negativ und wirkt auf die Elektricität der Umgebung in der Weise vertheilend, dass sie die gleichnamige abstösst, dagegen die entgegengesetzte anzieht, so dass also zwischen den einzelnen Wolken, sowie zwischen Wolken und Erde elektrische Spannungen stattfinden. Ueberschreitet diese Spannung eine gewisse Grenze, so findet ein Ausgleich der elektrischen Gegensätze statt, welcher durch den elektrischen Funken, den Blitz (Zickzack-, Flächen- und Kugelblitz), sichtbar wird, welcher gewöhnlich von einem heftigen Knall, dem Donner, begleitet ist. Die Fig. 19 zeigt einen solchen Blitzschlag nach einer photographischen Aufnahme [2]).

Die meisten Blitzschläge erfolgen von Wolke zu Wolke, indessen sind auch Entladungen zwischen Wolke und Erde sehr häufig, wobei der Blitz den nächsten Weg zur Erde wählt. Bei diesem Bestreben, so rasch wie möglich zur Erde zu gelangen, springt er oft von einem besseren Leiter auf einen schlechteren über und übt dann gewöhnlich eine ungeheuere mechanische Gewalt aus: die schlechten Leiter werden durchbrochen, weit weggeschleudert, zersplittert, entzündet u. dergl., vom Blitze getroffene Menschen oder Thiere werden betäubt, gelähmt oder getödtet.

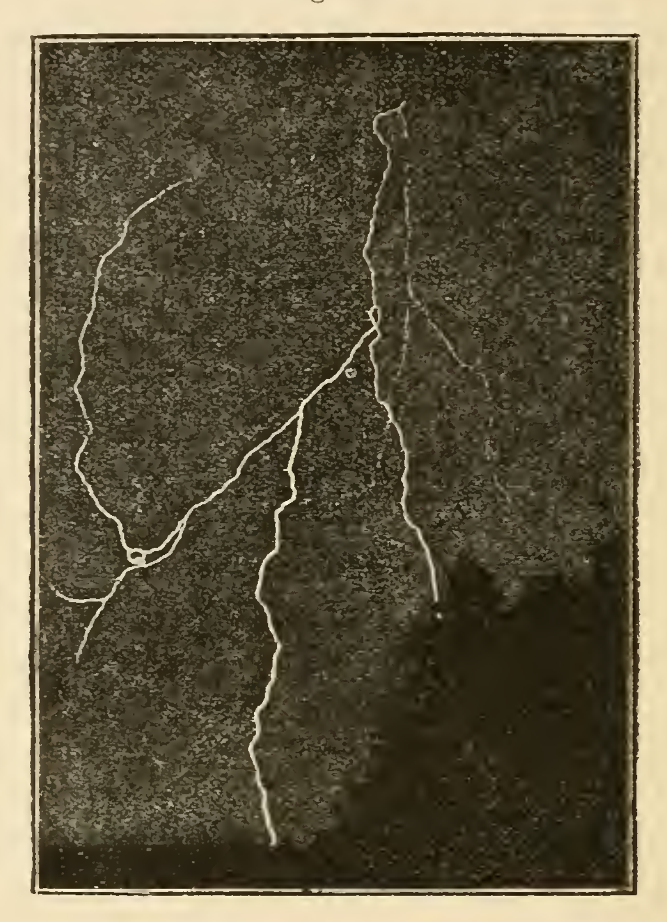
---

[1]) Aus demselben Grunde ist in diesem Buche von der Besprechung der optischen und magnetischen Erscheinungen abgesehen worden.

[2]) Siehe Ciel et Terre, 1886.

Hohe Temperatur und hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft begünstigen nach allen unseren bisherigen Erfahrungen die Entstehung der Gewitter. Bei ruhiger Witterung wird über dem erhitzten Boden die Luft aufgelockert und nach der Höhe gedrängt und daher ein Abfliessen der Luft in den höheren Schichten, durch welchen Vorgang eine barometrische Depression erzeugt wird, welche sich entweder selbstständig ausbildet, oder sich einer anderen bereits

Fig. 19.



bestehenden anschliesst (z. B. als Theildepression, siehe unten). Das so entstehende Depressionsgebilde wandert nun ostwärts fort; bei seinem Vorübergange frischen die Winde auf und nehmen einen böenartigen Charakter an, nicht selten Sturmesstärke erreichend (Gewitterböen). Der Zusammenhang zwischen Depression und Gewitter macht es erklärlich, dass die Gewitter in den allermeisten Fällen ostwärts fortschreiten. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter beträgt im Mittel für Italien 34,1, für Süddeutschland 41,1, für Frankreich 41,3 und für Norwegen 38 km pro Stunde. Geschwindigkeiten, welche mit der Fortpflanzungs-

geschwindigkeit der Depressionen in jenen Gebieten eine grosse Uebereinstimmung haben. Die Gewitterhäufigkeit hat eine tägliche und jährliche Periode, indem das Maximum mit der wärmsten Tages- und Jahreszeit zusammenfällt.

Die Aenderungen der Feuchtigkeit, der Temperatur, des Luftdruckes und der Windgeschwindigkeit sind nach Cirro Ferrari folgende:

Vor dem Ausbruch des Gewitters nehmen Luftdruck und relative Feuchtigkeit ab, dagegen die Temperatur zu, so dass beim Beginne desselben die beiden ersteren ein Minimum und die letztere ein Maximum aufweisen. Beim Beginne des Gewitters steigen Luftdruck und relative Feuchtigkeit ausserordentlich rasch an, ebenso rasch fällt die Temperatur, so dass am Ende des Gewitters die beiden ersteren ein Maximum und die letztere ein Minimum erreichen. Vor dem Gewitter ist der Wind in der Regel nur schwach, bei dem Beginne desselben frischt er rasch auf und nimmt in den Böen, die dem Gewitter eigen sind, nicht selten einen stürmischen Charakter an. Am Ende des Gewitters flaut der Wind wieder ebenso rasch ab, als er aufgefrischt war.

Die heftigen Niederschläge, seien es Regengüsse oder Hagelschauer, haben höchst wahrscheinlich darin ihren Grund, dass der Wasserdampf, womit die Luft reichlich übersättigt ist, plötzlich in grösserer Ausdehnung verdichtet wird, wodurch eine massenhafte Abscheidung von Niederschlag bedingt wird.

Andererseits geben die Fig. 20 und 21 uns ein anschauliches Bild des Ganges der Lufttemperatur, des Luftdruckes und des Windes während zweier Gewitter zu Hamburg und Magdeburg, welche ohne weiteres verständlich sind. Charakteristisch dabei sind die sprungweisen Aenderungen des Luftdruckes beim Vorübergang des Gewitters, rasches Fallen und unmittelbar darauf starkes Steigen des Barometers.

Was die geographische Verbreitung der Häufigkeit der Gewitter anbetrifft, so kommen in den Tropen zu der Zeit fast täglich Gewitter vor, wenn der Passat unterbrochen ist und warme Luftmassen mit hohem Dampfgehalt in einer fast bewegungslosen Atmosphäre mit verhältnissmässig grosser Intensität emporsteigen. Ein solcher Luftstrom enthält auch in den tropischen Kontinenten Wasserdämpfe genug, um derartige Erscheinungen hervorzubringen. Beim Passat dagegen kommen Gewittererscheinungen nicht zu Stande. Nach Norden hin nimmt die Häufigkeit der Gewitter unregelmässig ab,

so dass in unseren Gegenden nur noch etwa 20 Gewitter im Durchschnitt jährlich vorkommen. Weiter nordwärts sind Gewitter nur

Fig. 20.

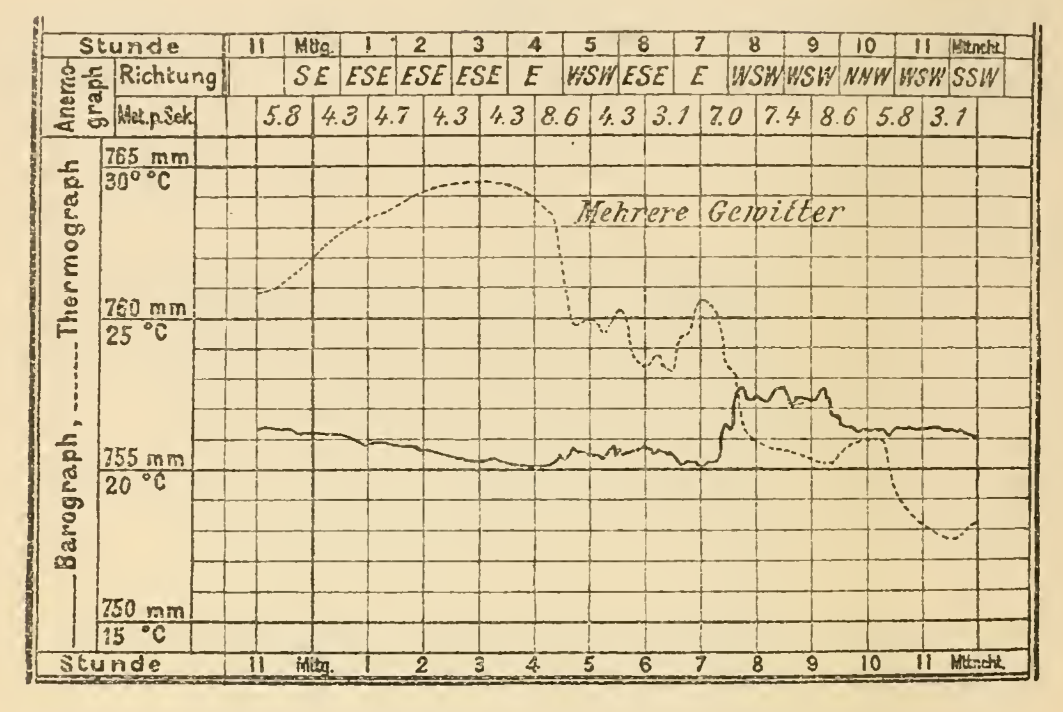
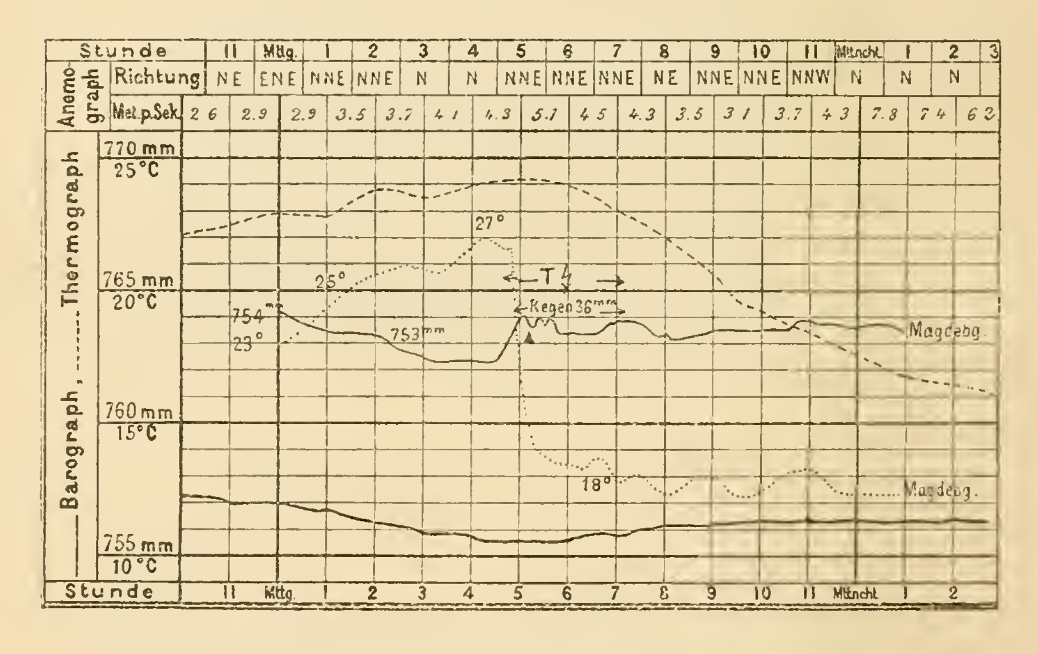


Fig. 21.



noch selten und kommen dann in den Küstengebieten meistens in der Winterszeit vor.

Für uns von Interesse ist die Blitzgefahr; und hier hat sich gezeigt, dass diese innerhalb der letzten 5 Jahrzehnte sich wenigstens

verdreifacht hat, wie die nachstehende Tabelle von Blenck[1]) zur Genüge nachweist. Dabei zeigt sich eine auffällige Verschiedenheit zwischen Stadt und Land, und zwar in der Weise, dass die Blitzgefahr auf dem platten Lande viel grösser ist, als in den Städten. Unterscheiden wir bei dem Lande zwischen Landgemeinden und Gutsbezirken, so ergiebt sich nach einer anderen Zusammenstellung: auf je eine Million der jeweilig vorhanden gewesenen Besitzungen entfielen im Jahresdurchschnitte in runden Zahlen:

in den Stadtgemeinden	200	schädliche Blitze
„ „ Landgemeinden	400	„ „
„ „ Gutsbezirken	750	„ „

Hiernach stellt sich die Blitzgefahr in den Landgemeinden doppelt, in den Gutsbezirken nahezu viermal so hoch als in den Städten.

Blitzschaden nach Gemeindegruppen (1864/89, preuss. Stat.).

	Städte, F. S. Prov. Sachsen	Magdeburg Land, F. S.	Herzogthum Sachsen Land, F. S.	Reg.-Bez. Hildesheim	Reg.-Bez. Kassel	Ausser-preuss. Geb. angegeben	Ausser-preuss. Geb. dazu geschätzt	zusammen
Städte 1864/76, zündende . .	42	—	—	10	10	94	9	165
„ „ kalte . . .	138	—	—	13	26	307	22	506
„ 1877/89, zündende . .	79	—	—	9	17	113	5	223
„ „ kalte . . .	331	—	—	55	97	716	16	1215
Plattes Land 1864/76, zündende	—	152	163	53	84	811	39	1302
„ „ „ kalte . .	—	233	280	54	108	1002	94	1780
„ „ 1877/89, zündende	—	247	352	79	147	1247	15	2087
„ „ „ kalte . .	—	529	863	214	292	3079	68	5045

„Eine massive Millionenstadt“, bemerkt Brämer (Heft 104 der preussischen Statistik), „mag dem ärgsten Gewitter, das über ihren Dächern mit derselben Gewalt wie im Freien tobt, in andächtiger Sorglosigkeit lauschen; hier und dort ein mächtiger Schlag, aber selten ein merklicher Schaden, in der Regel zurückbleibend hinter denen, welche durchgehende Pferde verursachen oder nervenschwache Menschen erleiden. Wie anders auf dem Lande! Man löscht das

[1]) Vergl. „Das Wetter“, 1894, S. 121 ff. Vergl. auch v. Urbanitzky, Die Elektricität des Himmels und der Erde, Wien 1888.

Heerdfeuer, um nicht durch den Rauch die örtliche Luftreibung zu vermehren, die Leute kehren vom Felde heim, das Spritzenhaus wird geöffnet, die Luken geschlossen, sobald der Donner um zwei Sekunden dem Aufblitzen folgt — und man hat Grund zur Vorsicht. Zwar zieht sich das Gewitter nicht mit besonderer Vorliebe über dem Dorf zusammen, sondern ebenso gern in einen Hügel oder Baum, oder ein Gewässer hernieder. Liegt das Dorf indessen in freier Ebene, so stört es mehr als andere Gegenstände die freie Bewegung der Luft und ragt mit seinen Dächern näher an die im Zustande der Spannung befindlichen Wolken."

Die folgende Tabelle giebt nach Blenck die Anzahl der in den Jahren 1882—1891 in Preussen, Bayern und Sachsen vom Blitze erschlagenen Personen, verglichen mit der Zahl der Gestorbenen und tödtlich Verunglückten (die grösste Häufigkeit ist durch fette Zahlen, die geringste durch * hervorgehoben).

Vom Blitz Erschlagene (1882/91).

Jahre	Preussen			Bayern			Sachsen		
	Zahl der vom Blitz Erschlagenen	Vom Blitz Erschl.		Zahl der vom Blitz Erschlagenen	Vom Blitz Erschl.		Zahl der vom Blitz Erschlagenen	Vom Blitz Erschl.	
		auf 100 000 Gestorb.	auf 1000 Verunglückte		auf 100 000 Gestorb.	auf 1000 Verunglückte		auf 100 000 Gestorb.	auf 1000 Verunglückte
1882	104*	15*	13	14*	9*	9*	4	4*	5
83	157	22	12	24	15	15	9	9	12
84	**217**	**30**	**17**	22	14	13	14	14	20
85	204	28	16	19	12	12	27	**28**	**38**
86	175	24	13	14*	9*	9*	21	21	27
1887	104*	15*	8*	16	11	10	13	14	18
88	152	23	12	23	15	15	12	13	16
89	207	**30**	17	**42**	**28**	**28**	25	**26**	32
90	173	24	15	**42**	**28**	**27**	—	—	—
91	176	26	15	—	—	—	—	—	—
Summe	1669	—	—	216	—	—	125	—	—
Jahresmittel	167	24	14	24	16	16	16	17	22

In Preussen wurden folgende örtliche Unterschiede der Verunglückungen von Menschen durch Blitzschlag in den Jahren 1854 bis 1858 statistisch festgestellt:

Verunglückung von Menschen durch Blitzschlag in Preussen (1854/58).

In Gebäuden oder in deren Nähe				Unter Bäumen oder in deren Nähe				Auf freiem Felde				Ueberhaupt vom Blitze getroffen		
tödtlich		nicht tödtl.		tödtlich		nicht tödtl.		tödtlich		nicht tödtl.		in und bei Gebäuden	unter und an Bäumen	auf freiem Felde
männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.			
101	69	104	79	39	12	35	16	91	55	45	22	353	102	213
353				102				213				668		

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass etwa nur die Hälfte der Frauen durchschnittlich vom Blitze getroffen wird, weil diese sich während der Gewitter mehr in der Wohnung aufhalten, als die Männer. Namentlich auf ganz freiem Felde ist die Gefahr, getroffen zu werden, in erhöhtem Maasse vorhanden, weil ja dann der Mensch in der Ebene eine erhöhte Stelle abgiebt.

Die Wirkungen des Blitzes auf den menschlichen Körper sind nach Blenck hauptsächlich: Aeusserliche Verbrennung der Haare, der Haut und anderer Körpertheile, Lähmung verschiedener Organe, so der Arme, Beine, des Gesichtes und Gehöres, ohne dass eine anatomische Verletzung festgestellt werden kann, und endlich die Lähmung oder Zerreissung der inneren Organe (Herz, Leber, Lunge, Gehirn u. s. w.), so dass diese ihre Thätigkeit einstellen, insbesondere führt die Lähmung der Athmungsorgane zur Erstickung.

Ein einigermaassen wirksames Mittel gegen die zerstörenden Wirkungen des Blitzes ist die Wirkung des Blitzableiters, den wir hier kurz beschreiben wollen.

Der Blitzableiter besteht aus dem auffangenden, dem fortleitenden und dem ableitenden Theile. Der auffangende Theil ist eine hohe, in eine Spitze auslaufende Stange, welche das Gebäude überragt. Die Spitze besteht am besten aus Platin und ist mit der Auffangstange gut leitend verbunden. Ihre Aufgabe besteht hauptsächlich darin, die entgegengesetzte Elektricität auszuströmen, um so die elektrische Spannung möglichst abzuschwächen, und eine etwaige Entladung gefahrlos zur Erde zu leiten. Der fortleitende Theil muss gut leitend sowohl mit der Auffangstange als auch mit der Ableitungsstange verbunden sein. Die Verbindungsstellen um-

giebt man am besten mit eisernen Flanschen, welche noch mit Blei umgossen werden. Alle scharfen Ecken und Kanten sollen sorgfältig vermieden werden, um das gefährliche Abspringen des Blitzes zu verhindern. Alle hervorstehenden Nebentheile des Gebäudes, wie Thürmchen, Schornsteine, dann auch Gas- und Wasserleitungen sollen mit dem Blitzableiter verbunden werden, weil sich in denselben durch Influenz der Wolken eine besondere elektrische Ladung bildet, die nicht durch die Spitzen ausströmen kann. Solche Ladungen können besonders gefährlich werden (Rückschlag). Die Ableitung in die Erde soll in mehreren Zweigen enden und dann bis zum Grundwasser reichen, so dass dieselbe immer feucht erhalten wird.

Als Material, woraus die Blitzableiter am besten angefertigt werden sollen, ist dasjenige bei derselben Dicke am besten, welches die Elektricität am besten fortleitet, indessen kommt hier auch der Kostenpunkt in Frage. Wendet man Kupfer an, so erscheint für gewöhnliche Zwecke ein Durchmesser von wenigstens 6 mm erforderlich; bei Anwendung von Eisen muss der Querschnitt etwa fünfmal grösser sein. Messing ist seiner inneren Veränderlichkeit wegen nicht zu empfehlen.

Die folgende (abgekürzte) Tabelle giebt nach Recknagel (Compendium der Experimentalphysik) für massive Eisen- und Kupferdrähte den einer gegebenen Länge entsprechenden Durchmesser, wie sie zugleich der Theorie und den über zureichende und unzureichende Leitungen vorliegenden Erfahrungen entsprechen:

Länge des Leitungsdrahtes	Durchmesser des erforderlichen		Gewicht des laufenden Meters	
	Eisendrahtes	Kupferdrahtes	Kupfer	Eisen
m	mm	mm	g	g
1	2,8	1,1	49	9
5	6,3	2,5	245	45
10	9,0	3,6	489	90
20	12,7	5,1	978	179
40	17,9	7,2	1956	359
60	22,0	8,8	2935	538
80	25,4	10,1	3913	717
100	28,3	20,3	4891	897

Nach den bisherigen Erfahrungen schützt im allgemeinen ein guter Blitzableiter einen Umkreis, dessen Durchmesser die vierfache Länge der Höhe der Auffangstange hat.

Bei Telegrapheneinrichtungen werden eigens construirte Blitzableiter angewandt, worauf wir hier nicht näher eingehen können.

VI. Luftdruck und Wind.

Um die Beziehungen zwischen Luftdruck und Wind klar erkennen zu können, wollen wir die Vertheilung dieser beiden meteorologischen Elemente auf grösserem Gebiete näher betrachten. Um eine solche Uebersicht zu erhalten, werden alle gleichzeitig abgelesenen Barometerstände auf 0°, das Meeresniveau und die Schwere auf 45° [1]) reducirt und dann in eine geographische Karte an den betreffenden Stationsorten eingetragen. Sodann werden die Orte, an denen das Barometer gleich hoch steht, durch Linien verbunden, gewöhnlich von 5 zu 5 mm, also für die Barometerstände von 760, 755, 745 u. s. w. Diese Linien werden Isobaren genannt. Die Winde und die übrigen Wetterzeichen werden ebenfalls am Stationsorte eingetragen, und zwar so, wie es unter der Fig. 23 angegeben ist.

Fig. 22 veranschaulicht die geographische Vertheilung derjenigen meteorologischen Stationen, von welchen die Seewarte tägliche Wetterdepeschen erhält (die eingeklammerten ausgenommen).

Betrachten wir nun die auf diese Weise erhaltene Wetterkarte vom 30. September 1890, 8 Uhr Morgens (Fig. 23), so sehen wir zunächst, dass über Europa der Luftdruck sehr verschieden ist. Südlich von der Isobare, welche zwischen Wiesbaden und Kassel verläuft, beträgt der Luftdruck mehr als 765 mm; nach Norden hin nimmt er ziemlich stark ab bis nach dem mittleren Skandinavien, wo derselbe unter 730 mm herabsinkt. In der Gegend zwischen Christiansund, Bodö und Hernösand ist der (auf das Meeresniveau reducirte) Luftdruck tiefer, als in seiner ganzen Umgebung. Diese Stelle, welche auf der Karte durch „Tief" hervorgehoben ist und an welcher das Barometer tiefer steht, als in seiner ganzen Umgebung, nennt man das barometrische Minimum und das Gebiet niederen Druckes, welches das Minimum umgiebt, die barometrische Depression. Ausser der eben genannten befindet sich am

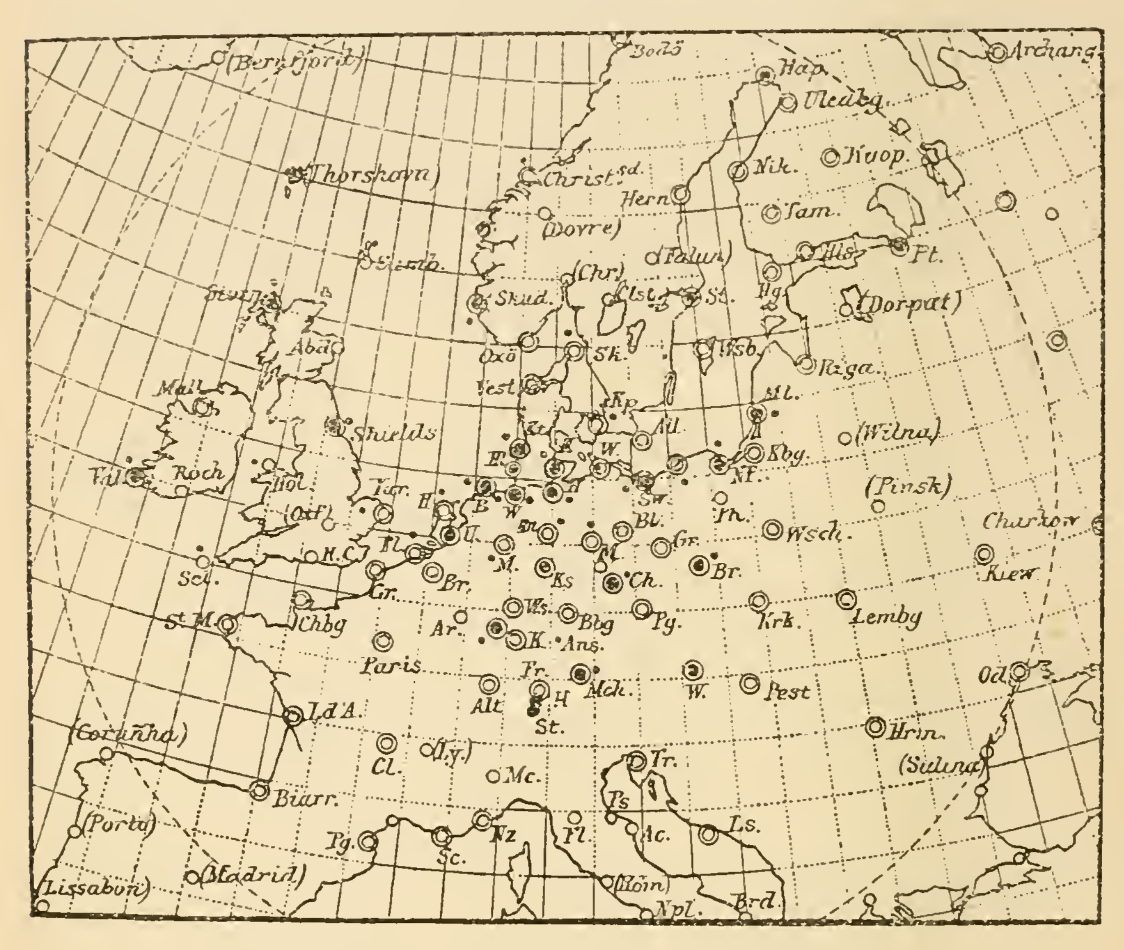
---

[1]) Wegen der Reduction auf das Meeresniveau vergl. S. 9; die Schwerkraft nimmt zu mit der geographischen Breite, welche Aenderung aber durch das Quecksilberbarometer nicht angegeben wird. Man ist übereingekommen, die Schwere bei 45° Br. als normal anzunehmen und hierauf zu reduciren. Diese Reductionen sind z. B. bei 51° Br. + 0,41, bei 60° Br. + 0,98 mm, dagegen bei 30° Br. — 0,98, bei 12° Br. — 1,80 mm. Das Aneroidbarometer hat keine Schwerecorrection.

Westrande unserer Karte noch eine zweite Depression, nämlich auf dem Ocean westlich von Schottland; sie ist ebenfalls mit „Tief“ bezeichnet.

Ueber der Südhälfte Europas ist der Luftdruck hoch und gleichmässig vertheilt, aber an einer Stelle steht das Barometer höher,

Fig. 22.



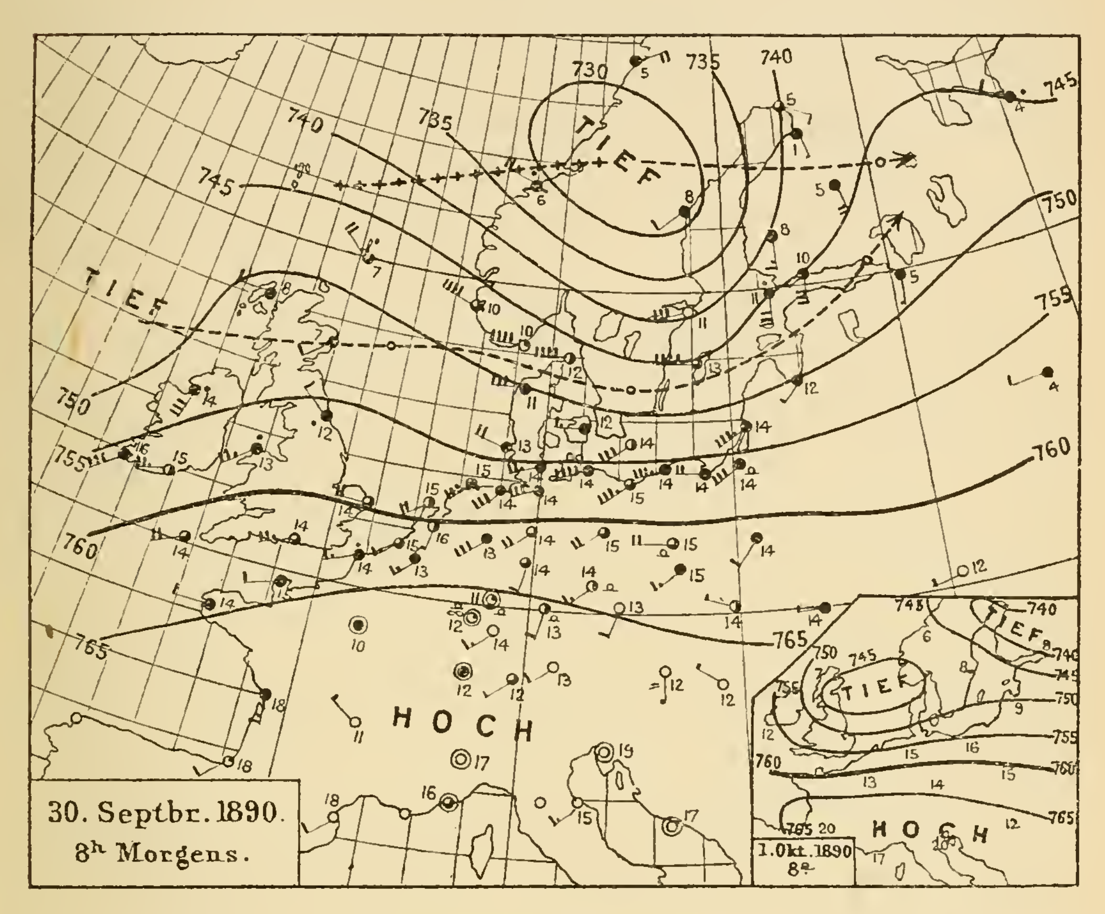
Schlüssel für die Wetterberichte der Deutschen Seewarte.

○ Station, von welcher nur die Morgenbeobachtungen telegraphisch einlaufen.
◎ Station, von welcher dem Morgentelegramm auch die Beobachtung vom vorhergehenden Abend hinzugefügt wird.
● Station, von welcher ausser dem Morgentelegramm ein zweites vom Nachmittage einläuft.
⊙ Station, für welche das unter ◎ und ● Gesagte gleichzeitig gilt.
• Station, von welcher von Mitte September bis Ende April die Abendbeobachtungen einlaufen (für Abenddienst).
Von den Stationen, deren Namen eingeklammert sind, erhält die Seewarte keine directen Wetterdepeschen.

als in seiner ganzen Umgebung, und zwar in der Alpengegend, dort, wo das Wort „Hoch“ eingeschrieben ist. Diese Stelle nennt man das barometrische Maximum. Diese Bezeichnung gilt indessen nicht allein für diese Stelle selbst, sondern gewöhnlich für die ganze Umgebung (Hochdruckgebiet).

Nachdem wir uns nun mittels der Wetterkarte ein klares Bild von der Luftdruckvertheilung über Europa verschafft haben, wollen wir uns die Windverhältnisse auf diesem Gebiete etwas näher ansehen. Die Erklärung der Zeichen befindet sich am Fusse der Wetterkarte (Fig. 23). Die Striche mit Fahnen bezeichnen die

Fig. 23.



Erklärungen zur Wetterkarte.

Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden die Orte mit gleichem (auf das Meeresniveau reducirtem) Barometerstande. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Temperatur in ganzen Graden Celsius. Die Pfeile fliegen mit dem Winde. ◎ Windstille, ▁ = schwacher, ▁ = mässiger, ▁ = starker, ▁ = stürmischer Wind, ▁ = Sturm, → = Zug der oberen Wolken, ○ klar, ◔ 1/4 bedeckt, ◑ 1/2 bedeckt, ◕ 3/4 bedeckt, ● bedeckt, • Regen, ✱ Schnee, ▲ Hagel, △ Graupeln, ⌒ Glatteis, ⚡ Blitz, Wetterleuchten, T⚡ Gewitter, ≡ Nebel, ∞ Dunst, ⌓ Thau, ⊥ Reif, Λ Rauhfrost, ⩊ Nordlicht. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Temperatur in ^{0} C. Die Linie +++ bezeichnet die zurückgelegte, die Linie --- die noch zurückzulegende Bahn des Minimums.

Richtung und Stärke des Windes, letztere nach der Beaufortschen Skala [1]). Wir finden für Hannover WSW 6, für Wisby W 8,

[1]) Beaufort giebt die Windstärken nach einer Skala von 0 (Windstille) bis 12 (Orkan) an. Auf der Karte umfasst jeder ganze Strich der Fiederung zwei Skalentheile und jeder halbe Strich einen Skalentheil (z. B. Swinemünde Sw_7, Wien S_1).

für München SW 2, für Bodö ENE 4 (E = Ost = englisch East), für Paris Windstille. Es ist unschwer einzusehen, dass die Winde eine bestimmte Beziehung zum Luftdruck haben, sie laufen fast alle nahezu parallel mit den Isobaren, nur im Gebiete des Maximums sind sie mehr oder weniger gegen dieselben geneigt. Ueber Finnland wehen Südwinde, über Nordskandinavien Ost- und Nordwinde, über Südskandinavien und Umgebung bläst der Wind aus Südwest bis Nordwest. Wir sehen also aus der Karte, dass der Wind in schräger Richtung aus dem Gebiete hohen Luftdruckes nach demjenigen niedrigen Luftdruckes hinströmt, und dass das Minimum von den Winden umkreist wird und zwar entgegengesetzt der Bewegung der Uhrzeiger oder gegen die Sonne. Ueber Irland wehen südliche und südwestliche Winde, welche dem Depressionsgebiete auf dem Ocean westlich von Schottland angehören.

Zu der eben gefundenen Thatsache giebt folgende Betrachtung eine Erklärung: Wenn der Luftdruck über einem Gebiete ungleich vertheilt ist, so sucht die darauf lastende Luft diese Ungleichheit dadurch auszugleichen, dass sie von dem Orte höheren Luftdruckes nach demjenigen des niederen Druckes hinfliesst, oder es entsteht ein Wind, welcher nach dem Gebiete niederen Luftdruckes gerichtet ist. Bei ruhender Erde würde die Luft in gerader Linie unmittelbar nach dem Minimum abfliessen; da sich aber unsere Erde um ihre Axe dreht, so kann dieser Abfluss nicht unmittelbar erfolgen, sondern die Luft, nach welcher Himmelsrichtung sie auch fliessen mag, wird abgelenkt, auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links. Aus physikalischen Gründen ist der Ablenkungswinkel um so grösser, je grösser die Entfernung vom Aequator, je geringer die Reibung an der Erdoberfläche und je mehr beschleunigt die Luftbewegung ist. Daher erfolgt die Luftbewegung auf offener See und in höheren Luftschichten in unseren Breiten der verminderten Reibung wegen fast parallel mit den Isobaren, und daher ziehen auch in unseren Gegenden die Wolken gewöhnlich rechts vom Unterwinde. Hieraus folgt eine ausserordentlich wichtige Regel, welche sich durch tausendfache Erfahrung, insbesondere an den täglichen Wetterkarten von der Art der oben gegebenen, auf das Bestimmteste bewährt hat: Abgesehen von örtlichen Ablenkungen weht der Wind auf der nördlichen Hemisphäre so, dass ein Beobachter, der mit dem Winde geht, den hohen Luftdruck, oder das barometrische Maximum, zu seiner Rechten, zugleich etwas

hinter sich, den niedrigen, oder das barometrische Minimum, zu seiner Linken, und zugleich etwas vor sich hat. (Für die südliche Hemisphäre ist Rechts mit Links zu vertauschen.)

Aus dieser Darstellung folgt nun, dass der Wind vom Maximum in schräger Richtung abfliesst, so dass auch das Maximum von den Winden umkreist wird, und zwar auf unserer Hemisphäre in demselben Sinne wie die Bewegung der Uhrzeiger (oder mit der Sonne). Indessen ist die Ablenkung nach rechts beim Maximum viel geringer, als es beim Minimum der Fall ist. Auf unserer Karte wehen auf der Nordseite des Maximums im südlichen Deutschland die leichten Winde aus einer Richtung mehr oder weniger senkrecht zu den Isobaren.

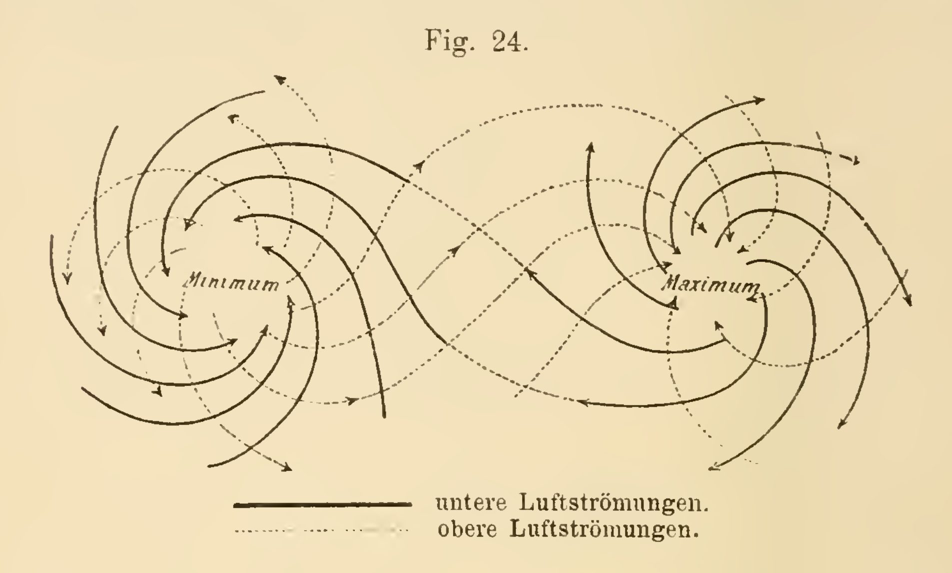
Betrachten wir nun auf unserer Wetterkarte die Windstärken an den verschiedenen Orten, so bemerken wir viele Verschiedenheiten. Im Gebiete des hohen Luftdruckes ist die Luftbewegung ausserordentlich schwach, vielfach herrscht Windstille, weiter nach dem Minimum hin, im nördlichen Deutschland, ist die Luftbewegung schon lebhafter, an der deutschen Küste wehen stellenweise steife südwestliche Winde, und in Südskandinavien haben die Westwinde einen stürmischen Charakter. In unmittelbarer Nähe des barometrischen Minimums dagegen herrschen nur schwache oder mässige Winde. Vergleichen wir diese Thatbestände mit der Luftdruckvertheilung, so ergiebt sich, dass dort die Winde am schwächsten sind, wo die Luftdruckvertheilung am gleichmässigsten ist, dort am stärksten, wo die Luftdruckunterschiede am erheblichsten sind. Die Grösse der Luftdruckunterschiede wird auf jeder Wetterkarte durch die Entfernung der Isobaren deutlich veranschaulicht, indem die Unterschiede um so grösser sind, je dichter die Isobaren an einander liegen. Die Grösse der Luftdruckunterschiede wird gemessen durch den Gradienten, d. h. durch eine auf den Isobaren senkrechte Linie und durch die Anzahl der Millimeter, um welche der Luftdruck auf dieser Linie in einer Strecke von einem Meridiangrad (111 km) abnimmt. So z. B. beträgt in der Karte der nordwärts gerichtete Gradient für Südschweden $3\frac{1}{2}$ mm. Wir können also sagen, dass die Winde um so stärker sind, je gedrängter die Isobaren oder je grösser die Gradienten sind, dagegen um so schwächer, je weiter die Isobaren aus einander treten oder je kleiner die Gradienten sind.

Diese beiden Gesetze sind unter dem Namen des barischen

Windgesetzes (oder des sogenannten Buys-Ballot'schen Gesetzes) bekannt. Nach diesem Gesetze lässt sich aus der Luftdruckvertheilung sofort die Luftbewegung, sowohl bezüglich ihrer Richtung als auch ihrer Stärke ableiten. Bei schwachen Luftströmungen, welche den gleichmässig vertheilten Luftdruck charakterisiren (wie z. B. auf unserer Karte in Südeuropa) kommen allerdings nicht selten scheinbare Abweichungen von diesem Gesetze vor, indessen sind diese dann auf locale Verhältnisse zurückzuführen.

Die Bewegung der Luft um barometrische Maxima und Minima erfolgt dem oben Gesagten zufolge nach dem folgenden Schema:

Fig. 24.



Nach unserer Figur weht auf der Nordseite eines barometrischen Minimums der Wind zwischen Nord und Ost, auf der Ostseite zwischen Süd und Ost, auf der Südseite zwischen Süd und West und auf der Westseite zwischen Nord und West. Dagegen auf der Nordseite eines barometrischen Maximums weht der Wind auf der Nordseite aus südlicher bis westlicher, auf der Ostseite aus westlicher bis nördlicher, auf der Südseite aus östlicher bis nördlicher und auf der Westseite aus östlicher bis südlicher Richtung.

Die oberen Luftströmungen, welche in unserer Figur ebenfalls dargestellt sind, weichen von den unteren erheblich ab, und zwar nach rechts, so dass in der Höhe ein Ausströmen der Luft erfolgt (umgekehrt beim Maximum, also gewissermaassen ein Kreislauf). Vertauschen wir obere und untere Luftströmungen, so haben wir im allgemeinen die Verhältnisse auf der Südhemisphäre. Mit wachsender Höhe gehen die Luftströmungen sowohl über dem Minimum als über dem Maximum in die westliche allgemeine Luftbewegung über, welche in grosser Höhe überall herrscht.

Wir heben hier ausdrücklich hervor, dass Fig. 24 nur eine schematische Darstellung ist, und dass die wirklichen Verhältnisse der Form nach in der mannigfaltigsten Weise modificirt werden.

Auf unserer Wetterkarte sind die Isobaren, welche am nördlichen Rande des Maximums liegen, gestreckt und verlaufen ziemlich parallel den Breitegraden; daher ändert hier der Wind auf längerer Strecke die Richtung nicht wesentlich. Anders verhält sich die Sache in der Nähe des Minimums, wo der Wind eine fast-kreisende Bewegung annimmt. Diese Unterschiede sind bei Beurtheilung der Wetterlage von Wichtigkeit, weil je nach dem Ursprunge die Winde einen verschiedenen Einfluss auf das Wetter haben.

Die allgemeine Circulation der Atmosphäre und locale Luftströmungen.

Die eben geschilderte Verknüpfung von Luftdruck und Wind wurde in den sechziger Jahren aufgefunden, und diese Gesetze wurden in erfolgreicher Weise auch auf das Wetter ausgedehnt. Hiermit war der damals allgemein herrschenden Lehre von den Polar- und Aequatorialströmen der Boden genommen, und vorzugsweise widmete man sich nun solchen synoptischen Untersuchungen auf kleinerem Gebiete, während die Untersuchung der grossen allgemeinen atmosphärischen Bewegungen mehr oder weniger in den Hintergrund gedrängt wurden. Abgesehen von den geistreichen Ferrel'schen Arbeiten, welche zuerst wenig bekannt und gewürdigt waren, haben erst in den beiden letzten Decennien mehrere Gelehrte das Studium der allgemeinen Luftströmungen wieder aufgegriffen, in welchen die barometrischen Minima und Maxima mehr als Erscheinungen zweiter Ordnung auftreten. Es wird sich daher lohnen, an dieser Stelle in kurzen Worten ein möglichst klares Bild der allgemeinen atmosphärischen Circulation wiederzugeben, um eine allgemeine Anschauung der Windverhältnisse der verschiedenen Klimagebiete zu gewinnen, welche mit den Witterungserscheinungen in innigster Verbindung stehen.

Im allgemeinen liegt in der Nähe des Aequators ein Gürtel grösster Erwärmung, welche nach den Polen im grossen Ganzen abnimmt. Die Luft dehnt sich daher am Aequator nach oben hin aus, so dass der Luftdruck in der Höhe ein Gefälle vom Aequator

nach den Polen erhält. Daher fliesst die Luft in der Höhe nach den Polen hin ab, aber in Folge der Erddrehung wird sie immer mehr nach rechts abgelenkt (auf der Südhemisphäre nach links), je weiter sie in höhere Breiten kommt, wobei sie wegen der sehr geringen Reibungswiderstände von ihrer ursprünglichen Bewegungsgeschwindigkeit nur wenig einbüsst. Durch die Schwungkraft der Erddrehung wird die Ablenkung von den Polen noch verstärkt, so dass sie schon in der Nähe des 30. Breitengrades eine fast rein ostwärts gerichtete Bewegung hat und sich hier anhäuft zu einem Gürtel höchsten Luftdruckes, welcher auf den Isobarenkarten[1]) ganz deutlich hervortritt.

Die unteren Schichten am Aequator stehen unter einem geringeren Drucke, als die angrenzenden polwärts gelegenen, und daher setzen sich die unteren Luftmassen gegen den Aequator in Bewegung und werden in Folge der Erddrehung nach West abgelenkt. In den Tropengebieten haben wir einen Kreislauf der Luftbewegung: am Aequator aufsteigende Luftströme, an der Grenze der Tropen absteigende Luftbewegung, unten nordöstliche (auf der Südhemisphäre südöstliche) und östliche Winde, in der Höhe südwestliche (auf der Südhemisphäre nordwestliche) und westliche Luftbewegung. Die ersteren sind die Passatwinde.

Die Passatwinde wehen auf einem Gebiete, welches die Hälfte der Erdoberfläche umfasst, zwischen den Wendekreisen, mit grosser Beständigkeit und mit geringer jahreszeitlicher Schwankung ihrer Grenzen, nur örtlich und zeitlich unterbrochen durch die Monsune, von welchen wir noch unten zu sprechen haben. Die Passate, welche auf der nördlichen Halbkugel aus nordöstlicher, auf der südlichen aus südöstlicher Richtung wehen, strömen, abgelenkt durch die Erdrotation, aus der Gegend der grossen Hochdruckgebiete an den Wendekreisen dem Gürtel (Kalmengürtel) zu, innerhalb dessen der Druck niedriger und die Temperatur am höchsten ist. Hier steigt die erhitzte Luft in mächtigem Strome aufwärts und fliesst in der Höhe wieder nach den Wendekreisen ab. Am beständigsten und am kräftigsten wehen die Passatwinde auf den Oceanen; auf dem Festlande werden sie, wie bereits bemerkt, mannigfach gestört, ins-

---

[1]) Wir haben hier auf die Wiedergabe von Isobarenkarten verzichtet, indem diese in jedem Atlas oder Conversationslexikon zu finden sind; wir verweisen hier auf die neuesten Karten im eben erschienenen Debes'schen Handatlas, in welchen auch auf die Beständigkeit und Stärke der Winde Rücksicht genommen wurde.

besondere in den Sommermonaten. Schon in der Nähe der Küsten ändert der Passat mehr oder minder auffallend seine Richtung in Folge des Wechsels der Land- und Seewinde.

Vorzugsweise deutlich wahrnehmbar ist der Passat in zwei Zonen, welche im allgemeinen in der Nähe der Wendekreise liegen und durch die Region der Windstillen oder Kalmen getrennt sind. Den Namen Region der Windstillen verdient übrigens diese Zone nur insofern, als dort keine stetigen Winde wehen, vielmehr öfters Windstillen herrschen, die aber fast täglich durch heftige Gewitterböen unterbrochen werden.

Die Grenzen der Passatregionen verschieben sich mit den Isothermen (Verbindungslinien gleicher Lufttemperatur); aber während die Isothermen ihre südlichste und nördlichste Lage gegen Ende Januar und Juli erreichen, treten diese extremen Lagen der Grenzen der Kalmen und Passate erst später, im März bezw. im September ein.

Als die innere und äussere Grenze der Passate kann man nach Hann folgende annehmen:

	März		September	
	Atlant. Ocean	Stiller Ocean	Atlant. Ocean	Stiller Ocean
NE-Passat . .	26° N. — 3° N.	25° N. — 5° N.	35° N. — 11° N.	30° N. — 10° N.
Kalmengürtel .	3° N. — Aequ.	5° N. — 3° N.	10° N. — 3° N.	10° N. — 7° N.
SE-Passat . .	Aequ. — 25° S.	3° N. — 28° S.	3° N. — 25° S.	7° S. — 20° S.

Der Wärmeäquator (meteorologische Aequator) liegt hiernach für die Oceane (wie für die Kontinente) nördlich vom Aequator.

Monsunwinde sind die mit der wärmeren und kälteren Jahreszeit wechselnden Winde, welche in der ersteren Jahreszeit mit der bekannten Ablenkung dem Lande zuwehen, in der letzteren von demselben abwehen. Solche Winde werden von jedem Kontinente hervorgerufen, allein meist sind diese Winde weniger regelmässig und auch auf ein kleineres Gebiet beschränkt. Die Hauptmonsune kommen in Süd- und Ostasien, sowie in den Küstengebieten von Afrika und Australien vor.

Aus der ungleichen Wärmevertheilung über Land und Meer in der wärmeren und kälteren Jahreszeit ergeben sich für die Sommermonsune folgende Hauptrichtungen:

	Westküste	Nordküste	Ostküste	Südküste
Nördl. Hemisphäre	NW-Monsun	NE-Monsun	SE-Monsun	SW-Monsun
Südl. "	SW- "	NW- "	NE- "	SE- "

Im Gegensatze zu den Passaten wehen die Sommermonsune an den Ostküsten der Kontinente aus niederen Breiten in höhere, und zwar in der Nordhemisphäre aus südlicher und südöstlicher, auf der Südhemisphäre aus nördlicher und nordöstlicher Richtung. Dagegen wehen an den Westküsten aus höheren Breiten kommende Winde, und zwar als nördliche und nordwestliche auf der Nordhalbkugel, und als südliche und südwestliche auf der Südhalbkugel. Andere Verhältnisse sind für die Nord- und Südküsten maassgebend, wie aus obiger Zusammenstellung hervorgeht.

Im Winterhalbjahr, in welchem das Meer wärmer ist als der Kontinent, herrschen nahezu die entgegengesetzten Monsunwinde. An den Westseiten der Küsten der Nordhemisphäre Südost-, an den Ostseiten Nordwest-, an den Nordseiten Südwest- und an den Südseiten Nordostwinde (anticiklonale Luftbewegung). In der Höhe fliesst die Luft von den Oceanen nach den Kontinenten ab, der Luftdruck sinkt über dem Meere, während er über dem Lande zunimmt, und daher in den unteren Luftschichten eine Luftströmung vom Lande nach der See. Die Luftdruck- und Windkarten für Januar und Juli zeigen ganz deutlich diese Gegensätze in den extremen Monaten.

Im Sommer ist auf dem Mittelmeere, insbesondere aber auf dem benachbarten Atlantischen Ocean der Luftdruck hoch und nimmt verhältnissmässig rasch nach Süden hin, nach der stark erhitzten Sahara, ab. Daher im Sommer bis zum September schwache aber beständige nördliche Winde, die „Etesien“ der Griechen, welche, der Grund des anhaltend heiteren und trockenen Wetters sind.

Auch an den Küsten des Schwarzen und des Kaspischen Meeres finden sich ähnliche Erscheinungen. Zu Lenkoran an der Westküste des Kaspischen Meeres weht im Winter Nordwest, im Sommer Südost, zu Redut Kale an der Ostküste des Schwarzen Meeres herrscht umgekehrt im Winter Südost, im Sommer Nordwest vor. An beiden Orten weht also im Sommer der Wind vom Meere nach dem Lande, im Winter umgekehrt.

Auch in den Gestadeländern des Nordatlantischen Oceans, in Europa einerseits und in Nordamerika andererseits, lässt sich dieser Einfluss des Festlandes insofern nachweisen, als in der kälteren Jahreszeit in Europa mehr südwestliche, in der wärmeren dagegen

mehr reinwestliche oder nordwestliche Winde wehen, also in letzterer Jahreszeit Winde, welche von der kühleren Meeresfläche nach dem wärmeren Festlande hin gerichtet sind. In Nordamerika ist es gerade umgekehrt. Dort herrschen, wie schon Franklin bemerkt hat, im Sommer die südöstlichen, vom Meere her kommenden, im Winter dagegen die nordwestlichen Winde vor. Aehnlich verhält es sich in den Küstengebieten des Stillen Oceans.

Neben den Passaten und Monsunwinden spielen in den tropischen Gebieten die Land- und Seewinde im täglichen Wechsel eine ganz hervorragende Rolle, ja an einigen ausgebreiteten Küstengebieten sind sie so ausgeprägt, dass der Passat kaum noch zur Geltung kommt und nur noch eine verstärkende oder abschwächende Wirkung ausübt. Der Grund dieser Erscheinung folgt unmittelbar aus der ungleichen Erwärmung von Land und Meer in der täglichen Periode.

An den Grenzen der Passatzonen, also in der Nähe eines jeden Wendekreises, liegt eine etwa 10 Breitengrade umfassende Zone, in welcher Windstillen mit veränderlichen Winden aus verschiedenen Richtungen abwechseln, und die man deshalb auch als eine Kalmenregion bezeichnen kann (Region der Rossbreiten, horse latitudes). In dieser Zone sinkt der obere Passat auf die Erdoberfläche herab, entsprechend dem Aufsteigen der Luft in der äquatorialen Kalmenzone.

Die Winde der gemässigten Zonen, sowie diejenigen der höheren Breiten sind abhängig von der Vertheilung des Luftdruckes, und diese steht in innigster Verknüpfung mit der Erwärmung. Die Winde umkreisen in der oben S. 202 angegebenen Weise die Gebiete mit niedrigem und hohem Luftdrucke. Daher die abwechselnde Herrschaft der warmen und kalten Winde, welche wieder auf den Oceanen Oberflächenströmungen hervorrufen, wodurch klimatische Gegensätze in derselben Breite entstehen. Die Depressionen schreiten in unseren Gegenden nördlich von uns ostwärts fort, und daher sind in unseren Gegenden westliche und südwestliche Winde bei weitem vorherrschend. Die allgemeine Luftbewegung in den unteren Luftschichten regelt sich überall nach einer allgemeinen Ursache, nämlich nach der ungleichen Erwärmung von Land und Meer in der wärmeren und kälteren Jahreszeit. Im Winter fliesst die Luft vom Lande zur See, im Sommer von der See zum Lande. Die Tabelle 1 (S. 208) zeigt die mittlere Häufigkeit der Winde an den entgegengesetzten Küsten der Kontinente. Ziehen wir die Häufigkeitszahlen für den Winter von denen für den Sommer ab, so erhalten wir die Aenderungen der Luftströmungen vom Winter zum

Sommer. Tabelle 2 veranschaulicht die mittleren Temperaturabweichungen von den Mittelwerthen, die den einzelnen Windrichtungen entsprechen.

1. Mittlere Häufigkeit der Winde in Procenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Winter.				
Westeuropa . . .	6	8	9	11	13	25	17	11
Ostasien	17	8	5	6	6	8	18	32
Oestl. Nordamerika	11	15	6	6	7	18	14	23
				Sommer.				
Westeuropa . . .	9	8	7	7	10	22	20	17
Ostasien	10	9	12	26	16	10	7	10
Oestl. Nordamerika	8	12	6	11	13	28	9	13
				Differenz.				
Westeuropa . . .	+3	0	−2	−4	−3	−3	+3	+6
Ostasien	−7	+1	+7	+20	+10	+2	−11	−22
Oestl. Nordamerika	−3	−3	0	+5	+6	+10	−5	−10
Russland	+5	+1	−1	−6	−4	−3	+2	+6

2. Mittlere Temperaturabweichung (° C.).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Winter.				
Westeuropa . . .	−3,0	−3,9*	−3,2	−1,3	1,3	**3,1**	2,4	−0,4
Ostasien	−0,6	0,3	1,3	2,8	**3,5**	2,1	−0,3	−1,2*
Oestl. Amerika . .	−2,4	0,6	3,6	5,3	**5,8**	4,2	0,6	−2,5*
				Sommer.				
Westeuropa . . .	−0,1	0,9	1,7	**2,2**	1,7	0,2	−1,0*	−1,0*
Oestl. Amerika . .	−1,8	−1,9*	−1,6	−0,4	1,0	**1,2**	0,1	−1,2

In Westeuropa herrscht im Winter der Südwest entschieden vor, in Ostasien und ebenso an den Ostküsten Nordamerikas der Nordwest. Im Sommer treten die Südwestwinde in Westeuropa zurück, aber die westlichen und namentlich die nordwestlichen kommen zur entschiedenen Geltung, und auch die Nordwinde werden häufiger. In Ostasien treten im Sommer die Südostwinde entschieden vor, dagegen die West-, insbesondere aber die Nordwestwinde ebenso entschieden zurück. Im östlichen Nordamerika sind die südöstlichen bis südwestlichen Winde im Sommer, dagegen die westlichen bis nordöstlichen im Winter häufiger.

Im Winter sind die wärmsten Winde in Westeuropa die südwestlichen, die kältesten die nordöstlichen, in Ostasien und im östlichen Nordamerika die wärmsten die südlichen, die kältesten die nordwestlichen Winde. — Im Sommer sind in Westeuropa die wärmsten Winde die südöstlichen, die kältesten die westlichen und nordwestlichen, in Ostasien die wärmsten die südwestlichen, die kältesten die nordöstlichen. Hieraus ist die thermische Wirkung der Land- und Seewinde, sowie die Bedeutung ihrer Ursprungsstätte ganz deutlich ersichtlich.

Der Zufluss der Luft nach den Polen hin wird durch die Schwungkraft abgehalten, so dass sich in der weiteren Umgebung der Pole ein Wirbelring herausbildet, welcher die Pole von West nach Ost umkreist. Wir haben also hier eine ungeheure Cyklone, in welcher die Luft sich dem Centrum zu nähern bestrebt, aber durch die Erdrotation davon abgehalten wird. Diese Cyklone unterscheidet sich von einer gewöhnlichen aber dadurch, dass die Luft im Centrum eine absteigende Bewegung hat und das Gefälle des Luftdrucks in der Höhe nach dem Centrum gerichtet ist (Cyklone mit kaltem Centrum).

Im Winter ist der Wärmeunterschied zwischen dem Aequator und den Polen am grössten, und daher ist die Luftcirculation auf derjenigen Hemisphäre am grössten, auf welcher gerade Winter herrscht; umgekehrt liegen die Verhältnisse im Sommer, weil dann die Wärmeunterschiede zwischen Aequator und Pol am geringsten sind. Namentlich gross sind die Wärmeunterschiede im Winter auf der Nordhemisphäre, und daher ist die Bewegung der Luftmassen im Winter hier viel stärker, als auf der Südhemisphäre. Aber auch über den Kontinenten und auf dem Meere zeigen sich im Winter grosse Wärmeunterschiede, daher lebhafte Strömungen, welche die allgemeinen sehr erheblich beeinflussen und zum Theil völlig verändern. Auf den Meeren mittlerer und namentlich höherer Breiten entwickeln sich häufig Luftwirbel, welche von heftigen Stürmen begleitet ostwärts weiter ziehen. Andererseits bildet sich im Winter über den Festländern ein barometrisches Maximum von sehr bedeutender Höhe (z. B. über dem Inneren Asiens), welches in Wechselwirkung mit dem niederen Drucke über den Meeren tritt. Im Sommer ist der Luftdruck im Innern der Kontinente am niedrigsten, am höchsten auf den Oceanen, so dass hierdurch monsunartige Winde verursacht werden. Zwischen beiden Hemisphären findet beim Uebergang der einen Jahreszeit in die andere ein Luftaus-

tausch in der Weise statt, dass im Winter die Luft in der Höhe über den Aequatorialgürtel und den Passat hinaus von der einen Hemisphäre in die andere fliesst.

Die Wärmeverhältnisse des Tropengebietes stehen in innigster Verbindung mit der Luftdruckvertheilung und dessen Aenderung in unseren Breiten, und also auch mit den Wind- und Wettererscheinungen; daher erscheint es als eine dringende Aufgabe, namentlich im Interesse der praktischen Meteorologie, diesen Zusammenhang genauer klarzulegen, denn hierin liegt der Schlüssel zur Vorhersage des Witterungscharakters auf längere Zeit voraus.

Von grosser Bedeutung für die Reinerhaltung unserer Atmosphäre ist der vertikale Luftaustausch, welcher durch die Erwärmung der untersten Luftschichten verursacht wird. Während bei Nacht die oberen Luftströme in grosser Höhe ostwärts über uns hinwegziehen, ist die untere Luft in Stagnation begriffen oder fliesst am Erdboden weg, um ein gestörtes Gleichgewicht wieder herzustellen, aber im Laufe des Tages, namentlich um die Mittagszeit, wenn die unteren Luftschichten stark erwärmt werden, steigen die unteren durch Erwärmung aufgelockerten Luftmassen in unregelmässigen Stössen aufwärts und werden durch die oberen ersetzt. Diese haben aber eine bedeutend grössere Geschwindigkeit als die unteren, und daher kommt es, dass um Mittag der Wind an der Erdoberfläche erheblich, oft um das Doppelte des sonstigen Betrages, auffrischt. Aus dieser täglichen Periode des Windes folgt, dass um die Mittagszeit die Luft reiner sein muss, als am Abend und in der Nacht. Hiermit im Einklange steht die Thatsache, dass in späten Abend- und in Nachtstunden nicht selten die Luft mit Gerüchen erfüllt ist, viel mehr als am Tage, und dass die Luft um die Mittagszeit die geringste Anzahl Bakterien enthält. Auf höheren freien Berggipfeln und in der höheren freien Atmosphäre nimmt am Vormittage die Windstärke ab und während der Nacht zu, indessen sind diese Aenderungen geringer, als an der Erdoberfläche.

Auch die Windrichtung hat eine tägliche Periode, und zwar zeigt sich diese insbesondere bei den Land- und Seewinden und bei den Berg- und Thalwinden in Gebirgsgegenden. Die ersteren sind hauptsächlich den Küstengegenden niederer Breiten eigen, in höheren Breiten sind sie nur im Sommer mehr oder weniger ausgeprägt. In Gebirgen ist im Allgemeinen die Luftbewegung bei Tage thalaufwärts gerichtet, bei Nacht umgekehrt thalabwärts. Auf dem flachen Lande hat der Wind die Neigung, Vormittags mit

dem Uhrzeiger, Nachmittags gegen denselben zu drehen (auf der nördlichen Hemisphäre, umgekehrt auf der südlichen). Auf Berggipfeln vollzieht sich diese Drehung im entgegengesetzten Sinne. Eine solche Drehung ist auf dem offenen Meere nicht vorhanden.

Was speciell die Windverhältnisse Deutschlands betrifft, so liegen umfassende vergleichende Untersuchungen nicht vor, wir wollen uns damit begnügen, über die Windverhältnisse an unserer Küste, welche auch für die benachbarten Gebietstheile des Binnenlandes gelten und erst weiter nach Süden hin durch das Gebirge erheblich verändert werden, einige Angaben zu machen [1]).

Die folgende kleine Tabelle giebt die Häufigkeit der Winde in den einzelnen Quadranten der Windrose. Es sind hier unter NE die Winde aus N, NNE, NE und ENE, u. s. w. zusammengefasst. Die Zahlen sind Procente aller Windbeobachtungen (die Stillen nicht mitgerechnet):

Jahresmittel in Procenten (1878/83).

	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
	Borkum				Hamburg			
Winter . .	11	26	**49**	14	13	**31**	**31**	25
Frühling . .	27	21	**29**	22	24	27	20	**29**
Sommer . .	18	14	33	**34**	13	19	33	**35**
Herbst . . .	13	25	**42**	20	15	27	**37**	22
	Kolberg				Memel			
Winter . .	12	26	33	28	16	**34**	25	26
Frühling . .	32	23	18	26	29	21	24	**26**
Sommer . .	22	17	21	41	19	16	28	**37**
Herbst . . .	14	26	37	22	15	**38**	27	20

Jahresmittel in Procenten.

	NE	SE	SW	NW		NE	SE	SW	NW
Borkum . .	18	22	**37**	23	Hamburg	16	26	**30**	28
Kolberg . .	20	24	27	**29**	Memel .	20	17	26	**27**

Hiernach ändert sich die Häufigkeit der Winde von Jahreszeit zu Jahreszeit. Es findet statt (mit Berücksichtigung der N-, E-, S- und W-Winde):

1. vom Winter zum Frühling Zunahme der N-, NE- und NW-Winde,
2. „ Frühling „ Sommer „ „ NW-, W-, SW- und S-Winde,
3. „ Sommer „ Herbst „ „ S-, SW- und SE-Winde,
4. „ Herbst „ Winter meist geringe Zunahme der westlichen Winde.

---

[1]) Vergl. van Bebber: Beiträge zur Kenntniss der Windverhältnisse an der Deutschen Küste; in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“ 1890, Nr. 4.

Wir haben also hier eine Zunahme der Häufigkeit der Windrichtungen, welche in der jährlichen Periode eine Umdrehung macht, entgegengesetzt der Bewegung der Uhrzeiger, und zwar zeigt sich diese Erscheinung für das ganze Küstengebiet.

Ueber die Häufigkeit der Beobachtungen von Windstillen (Summe derselben in 6 Jahren) geben nachfolgende Zusammenstellungen Aufschluss. Westdeutsche Küste = Borkum, Keitum (Sylt), Hamburg; Ostdeutsche Küste = Kolbergermünde, Neufahrwasser, Memel.

Häufigkeit der Stillen.

		Westdeutsche Küste	Ostdeutsche Küste	Westdeutsche Küste	Ostdeutsche Küste
Winter	8 a.	27	17	67	53
	2 p.	13	13		
	8 p.	27	23		
Frühling	8 a.	13	25	37	81
	2 p.	3	9		
	8 p.	21	47		
Sommer	8 a.	11	16	37	85
	2 p.	6	8		
	8 p.	20	61		
Herbst	8 a.	16	20	52	61
	2 p.	9	12		
	8 p.	27	29		
Jahr	8 a.	68	77	193	280
	2 p.	30	42		
	8 p.	95	161		

Die Ostseeküste hat viel mehr Windstillen als die Nordseeküste. An der Ostseeküste sind sie im Frühling und Sommer am häufigsten, an der Nordseeküste gerade dann am seltensten.

Sehr schön spricht sich die tägliche Periode der Windstärke in der Abnahme der Häufigkeit der Stillen um 2 Uhr Nachmittags aus, insbesondere in der warmen Jahreszeit. Eine weitere Untersuchung zeigte, dass die tägliche Periode der Windstärke bei allen Windrichtungen vorhanden ist. Dementsprechend kann von Land- und Seewinden an den Deutschen Küsten keine Rede sein, wie dieses auch aus anderweitigen Untersuchungen hervorgeht. Ueber die Häufigkeit (Procente) der Winde von verschiedener Stärke im Jahre an der Nordsee und an der Ostsee mögen nachfolgende Zahlen orientiren (Windstärke nach Beaufort's Skala):

Windstärke	Winter 1—2	3—4	5—6	7—8	> 8	Frühling 1—2	3—4	5—6	7—8	> 8
Nordsee . . .	41	40	14	4	0,4	36	45	16	3	0,3
Wustrow . . .	44	32	21	3	0,2	43	39	16	2	0,4
Oestl. Ostsee . .	36	43	15	6	0,9	40	45	12	3	0,5
Mittel	40	38	17	4	0,5	40	43	15	3	0,4

Windstärke	Sommer 1—2	3—4	5—6	7—8	> 8	Herbst 1—2	3—4	5—6	7—8	> 8
Nordsee . . .	40	46	12	1	0,1	38	43	15	4	0,5
Wustrow . . .	42	39	17	2	0,1	39	40	19	21	0,6
Oestl. Ostsee . .	46	41	9	2	0,4	40	42	12	5	0,9
Mittel	43	42	13	2	0,2	39	42	15	10	0,7

Jahr

Windstärke . .	1—2	3—4	5—6	7—8	> 8
Nordsee . . .	39	44	14	3	0,3
Wustrow . . .	42	37	18	2	0,3
Oestl. Ostsee . .	41	41	15	3	0,4
Mittel	41	41	15	3	0,4

Hiernach entfallen im Jahr von allen Windstärken 41 % auf die leichten, eben so viel auf die schwachen und mässigen; für die frischen und starken bleiben noch 15 %, für die steifen und stürmischen noch 3 %, während nahezu nur ½ % auf die eigentlichen Stürme kommt.

In den einzelnen Jahreszeiten zeigen die leichten und mässigen Winde nur eine geringe Zunahme nach dem Frühjahre und Sommer und eine geringe Abnahme nach dem Herbste hin, umgekehrt die starken und stürmischen Winde eine Abnahme nach dem Sommer und eine Zunahme nach dem Herbste hin. Dabei sind die südlichen und südöstlichen Winde die schwächsten, dagegen die südwestlichen bis nordwestlichen (letztere gewöhnlich Böen) entschieden die stärksten. Dass zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche die Bewegung der Atmosphäre lebhafter sei als in der dazwischen liegenden Zeit, kann aus den Beobachtungen nicht festgestellt werden; vielmehr bezeichnen jene die Anfangs- und Endzeit der unruhigen Jahreszeit.

Die vorstehenden Erörterungen, welche im allgemeinen auch für das ganze Deutsche Tiefland gelten, geben überaus wichtige Anhaltspunkte für die Gestaltung der Witterungsverhältnisse überhaupt in Deutschland. —

Zu den Winden, welche örtlich ein mehr begrenztes Verbreitungsgebiet haben, gehören der Föhn, die Bora, der Mistral, ferner der

Scirocco, der Leveche, der Chamsin (Samum), der Harmattan und einige andere.

Luft, welche eine absteigende Bewegung hat, gelangt dabei unter höheren Druck und erwärmt sich deshalb, wobei die relative Feuchtigkeit, ohne Aenderung des Wasserdampfgehaltes, abnimmt. Winde, welche von der Höhe herabwehen, oder Fallwinde sind daher immer trocken und verhältnissmässig warm, wenn die Temperaturabnahme mit der Höhe weniger als je 1^0 für jede 100 m Erhebung beträgt, dagegen kalt, wenn jene grösser ist (siehe unten). Im ersteren Falle nennt man den Fallwind Föhn, im letzteren Bora.

Der Föhn ist ein relativ warmer, trockner Fallwind, welcher in vielen Gebirgsgegenden auf der Erde vorkommt. Der Föhn unserer Alpen, welcher hauptsächlich an der Alpenkette zwischen Genf und Salzburg sich bemerkbar macht, ist im Herbst und Winter am häufigsten und steigert sich in den oberen Thälern des Rheins, der Linth, der Reuss und in den unteren Thälern der Rhone oft zum heftigen Sturme. Seine erwärmenden und austrocknenden Wirkungen sind um so grösser, je kräftiger er entwickelt ist.

Die schweizerischen Naturforscher suchten die Ursprungsstätte des Föhns in der Sahara, während Dove ihn als herabgekommenen Passat ansah, welcher „durch die ungeheuren Niederschläge seine Wiege, das Karaibische Meer, verräth". Indessen wurden diese Ansichten durch die gleichzeitigen Beobachtungen auf der Nord- und Südseite der Alpen hinfällig gemacht, und es zeigte sich, dass der Föhn seinen Sitz in den Alpen selbst habe.

Wird Luft durch den Abstieg von der Höhe verdichtet, so erwärmt sie sich, und zwar um 1^0 auf je 100 m Abstieg, während die normale Abnahme der Temperatur mit der Höhe im Winter 0,4, im Sommer 0,6^0 für je 100 m Erhebung beträgt; ein absteigender Luftstrom wird also gewöhnlich erwärmend wirken. Ist die Temperaturabnahme geringer als 1^0 für 100 m Erhebung, so ist das Gleichgewicht ein stabiles, dagegen ein labiles, wenn die Wärmeabnahme schneller erfolgt. Beim stabilen Gleichgewicht wird durch den Fallwind die Temperatur der unteren Luftschichten erhöht, beim labilen erniedrigt (unverändert bleibt sie beim indifferenten Gleichgewicht, wenn die Wärmeabnahme für je 100 m gerade 1^0 beträgt).

Der Föhn kommt ausser in den Alpen auch in anderen Gebirgsgegenden vor, hauptsächlich in solchen, wo hohe Gebirgskämme sich erheben, so beispielsweise an den Nordabhängen der Pyrenäen,

an den Südküsten des Biscayischen Busens, in Siebenbürgen, an den Südufern des Kaspisees, in Ostsibirien, am oberen Missouri, auf der Südinsel von Neuseeland u. dergl., sogar in Grönland fehlt der Föhn nicht.

Die Bora ist ein kalter Fallwind, welcher insbesondere an der dalmatinischen und istrischen Küste häufiger weht. Zur Winterszeit sammelt sich auf den schneebedeckten Gebirgshöhen dieser Küste sehr oft die kalte Luft an und stürzt dann nicht selten in die warmen Luftmassen der adriatischen Küste, namentlich dann, wenn im Norden ein Hochdruckgebiet lagert, welches mit einer Depression über dem Mittelmeer in Wechselwirkung steht. In heftigen Windstössen fällt die Bora in die adriatische Niederung hernieder, überallhin Kälte und Trockenheit bringend, welche beide in Vereinigung mit der ausserordentlichen Heftigkeit der Bora eine hochgradige wärmeentziehende Wirkung haben. Die Windstösse der Bora sind zuweilen so heftig, dass dadurch Eisenbahnzüge umgeworfen werden.

Auch im Rhonethal ist ein ähnlicher Fallwind unter dem Namen Mistral bekannt. Dieser hat dieselbe Entstehungsweise wie die Bora an der dalmatinischen Küste. Er tritt nämlich in der Regel dann auf, wenn über Frankreich der Luftdruck hoch ist, während über dem westlichen Mittelmeer eine Depression lagert. Wenn der Mistral weht, ist der Himmel fast stets wolkenlos, die Luft sehr trocken und, im Gegensatze zu dem schönen sonnigen Wetter, durchdringend kalt. Auch hier erreichen die Windstösse zuweilen eine fast orkanartige Gewalt.

Auch am Südwestfusse des Kaukasus sowie am Schwarzen Meere kommen boraähnliche Winde vor. Ebenso haben die in Texas so sehr gefürchteten Northers einen boraartigen Charakter, wenn sie auch keine Fallwinde sind. Sie sind die Begleiter der Depressionen, welche im Süden der Vereinigten Staaten ostwärts fortziehen, auf deren Rückseite sie südwärts bis zum Mexikanischen Golf sich ausbreiten. Ueberhaupt ist bemerkenswerth, dass die Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge sehr häufigem und raschem Wechsel der warmen Südwinde mit den eisig kalten Nordwinden ausgesetzt sind, welche Erscheinung mit den rasch ostwärts fortziehenden Depressionen in Zusammenhang steht.

Der Scirocco des Adriatischen Meeres ist ein schwüler, regenbringender Südwind, welcher während der Regenzeit in der kälteren Jahreszeit häufig auftritt. Er gehört der Ostseite der barometrischen

Depressionen an und bringt so die warme, feuchte Luft von den südlich gelegenen Theilen des Mittelmeeres.

Verschieden vom Scirocco sind die heissen und trockenen Südwest- und Südostwinde, welche insbesondere in den Frühlingsmonaten in Sicilien und an der Südspitze Italiens vorkommen und die nicht selten einen feinen röthlichen Sand mit sich führen, welcher wahrscheinlich meistens der Sahara entstammt. Sie sind namentlich den Blüthen des Weinstockes und der Olive verderblich. An den Südwestküsten Spaniens weht zuweilen ein heisser, trockener Südwind, der Leveche, welcher mit dem vorigen grosse Aehnlichkeit hat. Ebenso kommt westlich von der afrikanischen Küste ein heisser, trockener Wind, Leste genannt, vor, welcher röthlichen Staub mit sich führt.

In Nordafrika, Arabien und Syrien wehen oft ausserordentlich heftige heisse Wüstenwinde, hauptsächlich Ende Juli und Anfangs August. Diese werden Samum (in Aegypten Chamsin) genannt. Da der Wüstensand sich nicht selten über 70° erwärmt, so kann die von Sandtheilchen erfüllte Luft eine ausserordentlich hohe Temperatur erreichen.

„Der Wüstensturm," bemerkt Hann, „hebt schwere Staub- und Sandwolken auf, die Temperatur steigt auf 50° und darüber. Der Horizont verschwindet in dickem Dunste, der Himmel nimmt eine gleichmässig röthliche Farbe an. Der aufgewirbelte Sand ist dabei (infolge der Reibung) oft sehr stark elektrisch geladen. Man hat dem Samum früher giftige Eigenschaften zugeschrieben, es ist aber wohl nur der hohe Grad der Hitze und Trockenheit, durch welche dieser Wüstenwind gefährlich werden kann." Die hohe Luftwärme kann allerdings der Mensch noch ertragen, wenn eine genügende Wärmeentziehung durch die Verdunstung stattfindet, wenn also eine hinreichende Wasserzufuhr vorhanden ist. Ist diese aber nicht vorhanden, so muss die Blutwärme steigen, und auf diese Weise kann der Tod herbeigeführt werden. So werden manche Todesfälle von glaubwürdigen Reisenden den Wirkungen des Samums zugeschrieben. Nach Palgrave und Cook soll der echte Samum nicht staubführend sein.

Als heisse Winde erwähnen wir noch die Westwinde, welche von April bis Juni im Indus- und oberen Gangesthale wehen, wobei die Temperatur oft bis zu 50° hinaufgeht und die relative Feuchtigkeit oft unter 5 % sinkt. Diese Winde gelten als sehr gesund. — Hierhin gehören auch die heissen Nordwinde in Australien und

Südafrika, bei denen die Temperatur häufig über 40° steigt, während die relative Feuchtigkeit oft bis auf 10% herabgeht. Diesen Winden folgen oft W- und SW-Winde mit Gewitterböen und starker Abkühlung.

Der Harmattan ist ein um Mittag heisser, am Morgen oder Abend kühler trockener und staubiger Ostwind, welcher im December und Januar häufig an der Guineaküste vorkommt.

Im Norden der Vereinigten Staaten treten auf der Rückseite der Depressionen nicht selten heftige Schneestürme auf, Blizzards[1]), welche in Sibirien als Púrga, in den Steppen Südost-Russlands als Burán bekannt sind. Bemerkenswerth sind die Wirkungen dieser Stürme auf Menschen und Thiere: die Orientirung geht vollständig verloren; in unmittelbarer Nähe der Wohnungen irrend erfrieren die Menschen; Schafheerden, Pferde werden in Abgründe oder in's Meer getrieben.

Als Localstürme erwähnen wir noch die Gewitterböen, die Northwesters in Bengalen und die Tornados (Wind- und Wasserhosen) hauptsächlich in Nordamerika und Westafrika.

Hygienische Bedeutung der Luftbewegung.

Die Wirkung der bewegten Luft, oder des Windes, auf den menschlichen Organismus ist von mannigfachen Umständen abhängig, so hauptsächlich von ihrer Temperatur, von ihrer Trockenheit, von der Feuchtigkeit der Haut, von der Grösse der vom Winde getroffenen Hautfläche und von der Kleidung. Unter übrigens gleichen Umständen entzieht die bewegte Luft dem Körper um so mehr Wärme, je grösser ihre Bewegungsgeschwindigkeit ist. Daher können in unseren Sommern sehr hohe Temperaturen ohne Beschwerde ertragen werden, wenn die Luft stark bewegt ist, dagegen werden sehr niedrige Temperaturen bei starken Winden überaus lästig empfunden. Ruhige Luft macht umgekehrt hohe Hitze unerträglich, aber strenge Kälte weniger fühlbar.

Trockene Luft begünstigt die Verdunstung an der Hautoberfläche und bewirkt Abkühlung, also Wärmeentziehung, und zwar um so mehr, je stärker die Luft bewegt ist. Auch in den Fällen, in welchen die Lufttemperatur derjenigen der Körpertemperatur fast gleich ist, bewirkt die bewegte Luft Wärmeentziehung, weil sie die Verdunstung von der Haut unterhält, indem sie die der Haut anliegende und mit Feuchtigkeit sich sättigende Luftschichte

[1]) Siehe van Bebber, Blizzard im März 1888, in Met. Zeitschr. 1890.

wegweht. Dabei wirkt ein Luftstrom desto abkühlender, je feuchter die Haut ist, namentlich wenn dieselbe mit Schweiss bedeckt ist. Je kleiner dabei die von einem Luftstrom getroffene Hautfläche ist, um so empfindlicher scheint diese auch selbst gegen die leiseste Zugluft zu sein. Während die allgemeinen Luftströmungen von mässiger Geschwindigkeit und von mittlerer Wärme fast niemals unangenehm empfunden oder von nachtheiligen Folgen begleitet sind, erweckt die sogenannte „Zugluft" ein mehr oder weniger unangenehmes Gefühl und nicht selten erhebliche gesundheitliche Störungen. Das Charakteristische der Zugluft scheint hauptsächlich eine Abkühlung zu sein, welche sich nur auf einen Theil der Körperoberfläche beschränkt und welche das bekannte unangenehme Gefühl hervorbringt (Erkältungen, siehe oben S. 141 ff.), wobei aber die benachbarten Körpertheile mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen werden.

Warme und feuchte Luft ist dann sehr schwer zu ertragen, wenn diese eine geringe Bewegung hat. Nach Blanford[1]) ist die Hitze auf der Fahrt durch das Rothe Meer bei 32° viel drückender und unerträglicher, als der Aufenthalt im nordwestlichen Indien bei Temperaturen von 44° bis 48° während des Wehens der „heissen Winde". Die ausserordentliche Trockenheit dieser Winde wird andererseits benutzt, die Wohnungsluft einigermassen kühl zu erhalten, indem aus Gras geflochtene und beständig feucht gehaltene Vorhänge („tatties") an Fenstern und Thüren angebracht werden, während im Inneren grosse Windfächer („Panka", „Thermantidot") in Bewegung gesetzt werden.

Die Beschaffenheit der bewegten Luft für einen bestimmten Ort ist hauptsächlich abhängig von dem Ursprunge des Windes, welcher denselben überweht. Für unsere Gegenden haben wir namentlich zwei Luftströmungen zu unterscheiden, welche vermöge ihres Ursprungs ein entgegengesetztes Verhalten zeigen, nämlich den oceanischen und den kontinentalen Luftstrom (See- und Landwinde), welche beide in grösseren oder kürzeren Zwischenräumen abzuwechseln pflegen und die mannigfachsten Witterungserscheinungen bedingen. Der oceanische Luftstrom, welcher bei südwestlichen bis nordwestlichen Winden unsere Gegenden überfluthet, ist feucht, im Winter warm (wenn er aus gleichen oder niederen Breiten kommt), im Sommer kühl (wenn er aus gleichen oder höheren Breiten kommt); er bringt feuchte, reine Luft, welche auch im Kontinente

[1]) „Climates and Weather of India".

durch häufige Niederschläge gründlich ausgewaschen wird. Er verbreitet sich meistens über das ganze mittlere und nördliche Europa, nicht selten weiterhin ostwärts nach Sibirien, nach und nach seine oceanischen Eigenschaften einbüssend.

Die kontinentalen Winde kommen aus der östlichen Hälfte der Windrose; sie sind im allgemeinen trocken, im Sommer warm und im Winter kalt. Klares sonniges Wetter ist in der Regel ihr Begleiter, insbesondere in der wärmeren Jahreszeit. Zur Winterszeit überfluthen die Ost- und Nordostwinde nicht selten im breiten Strome unsere Gegenden, die eisige Luft aus Russland, oft aus Sibirien zu uns herübertragend.

Trübes, regnerisches Wetter mit stürmischen westlichen Winden bezeichnen wir als „schlechtes Wetter“, aber mit Behagen athmen wir die reine frische Luft, welche diesem Wetter eigen ist. Wir befinden uns am Boden des ungeheuren Luftreservoirs, dort, wo die Luft nicht selten stagnirt; wir sind also bezüglich der Athmung in der ungünstigsten Lage. Im allgemeinen können wir unter sonst gleichen Verhältnissen die Gegenden und Jahreszeiten für die gesündesten halten, in denen die Luftbewegung am kräftigsten ist und in denen sie vom Meere zu uns herweht.

Diese beiden entgegengesetzten Luftströmungen wechseln, wie bereits bemerkt, von Zeit zu Zeit mit einander ab, welcher Vorgang mit dem Ausdrucke „Witterungsumschlag“ bezeichnet wird, und dabei finden dann je nach Umständen sehr erhebliche Temperatursprünge statt, welche in extremen Fällen (an einem Tage) 15° bis 20° erreichen können, und diese sind es, welche für den menschlichen Organismus unter Umständen von der schlimmsten Bedeutung sein können. Solche Witterungswechsel, verbunden mit starken Temperaturschwankungen, sind für unser Klima charakteristisch, indessen sind diese durch sorgsame Anwendung der uns zu Gebote stehenden Hilfsmittel leicht unschädlich zu machen.

Die Beziehungen der Windrichtung zu der Beschaffenheit der Luft sind so auffallend, dass man schon frühzeitig die Witterungszustände nach der Windrichtung klassificirte, und so entstanden denn die sogenannten „Windrosen“ für die verschiedenen meteorologischen Elemente. Allein in neuerer Zeit, als man anfing, die gleichzeitigen Witterungserscheinungen auf grösseren Gebieten zu studiren, machte man die Wahrnehmung, dass ein und dieselbe Windrichtung in derselben Jahreszeit je nach der allgemeinen Wetterlage mit sehr verschiedenem Witterungscharakter behaftet

sein kann. „Die Winde," sagt Dove, „sind Lügner, die ihren Ursprung verleugnen." Auf unserer Hemisphäre umkreist der Wind, wie oben (S. 202) aus einander gesetzt wurde, ein barometrisches Minimum entgegengesetzt der Bewegung der Uhrzeiger, das Maximum mit derselben, und so entspringt beispielsweise der Südwind einem Südwest oder West, wenn er einem Depressionscentrum angehört, einem Südost oder Ost, wenn er aus einem Maximum herausweht, aber in jedem dieser beiden Fälle zeigt er einen ganz verschiedenen Charakter, wie es aus den täglichen Wetterkarten allenthalben hervorgeht. Dieser Umstand ist bei der Beurtheilung der Winde nach ihrem Charakter wohl zu berücksichtigen, und hierüber geben die täglichen Wetterkarten, welche ja überall leicht zugänglich sind, genügenden Aufschluss.

Für die Küstenbewohner und die Seefahrer können die Stürme Gefahr bringen. Eine nicht geringe Anzahl an Menschenleben fällt jährlich den Stürmen zum Opfer, abgesehen von dem vielen Hab und Gut, welches durch die zerstörende Gewalt der Stürme zu Grunde geht. Zum Schutze der Seefahrer und der Küstenbewohner, namentlich der Fischer, sind in allen civilisirten Staaten Institute errichtet, welchen die Aufgabe zufällt, die Betheiligten vor hereinbrechenden Gefahren möglichst rechtzeitig zu warnen, damit noch Schutzmassregeln vor der drohenden Gefahr ergriffen werden können. — Auch im Binnenlande kann durch heftige Stürme mancherlei Unglück angerichtet werden [1]).

Die indirekten Wirkungen des Windes sind für den menschlichen Organismus theils günstig, theils ungünstig. Zu den günstigen Wirkungen rechnen wir in erster Linie den Transport der Luftmassen und die Durchmischung derselben, so dass Verunreinigungen jeder Art von ihren Entstehungsheerden, insbesondere von den Städten rasch weggeführt werden und in einem Grade verdünnt werden, dass sie fast spurlos verschwinden. Hierdurch wird überall eine gleichmässige Beschaffenheit der atmosphärischen Luft herbeigeführt, welche nur dann und wann durch Windstillen theilweise gestört wird, wobei aber nun die vertikalen Luftströmungen und die Niederschläge die Rolle der Luftreinigung übernehmen.

Das mächtige Reservoir mit reiner Luft befindet sich der Hauptsache nach über uns, und daher erblicken wir in der vertikalen

---

[1]) Vergl. van Bebber, Das Sturmwarnungswesen an der Deutschen Küste, in Naturw. Wochenschr. 1891.

Ventilation die Hauptquelle der Luftreinigung, und zwar für den ganzen Erdball. Diese Ventilation spiegelt sich ab in der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit, welche wir oben (S. 210) erwähnt haben und welche dann am kräftigsten auftritt, wenn die Temperatur mit der Höhe stark abnimmt, so dass der Gleichgewichtszustand der Atmosphäre ein labiler wird. Um die Mittagszeit ist sie in den Niederungen, wo von der Erdoberfläche die erwärmten Luftmassen aufsteigen und diejenigen aus der Höhe zum Ersatze sich senken, am stärksten, dagegen in der Nacht sind die untersten Luftschichten mehr der Ruhe, der Stagnation überlassen (auf den Berggipfeln gelten umgekehrte Verhältnisse). Daher ist am Tage die Luft reiner, als während der Nacht, was schon daraus hervorgeht, dass die Abends oder Nachts in der untersten Luftschichte vorhandenen Verunreinigungen schon durch den Geruch bemerkbar werden. Auf Berggipfeln und auch auf offenem Meere ist eine Aenderung der täglichen Windstärke kaum bemerkbar, aber hier sind die Ursachen der Luftverunreinigungen nicht gegeben.

In tropischen Küstengebieten führt der Landwind hauptsächlich am Ende der Regenzeit fiebererzeugende Luft, welche vielfach schon am Geruche erkenntlich ist; so wird in Angola der Landwind als „Gestank der Savanne“ bezeichnet. Dagegen der Seewind vertreibt die Miasmen und schafft gesunde, reine Luft, weshalb er auch wohl mit dem Ausdrucke „der Doctor“ gekennzeichnet wird.

Ausserdem bewirkt die bewegte Luft auch noch eine mehr oder minder ausgiebige Ventilation unserer Wohnungen. Wird der durch die Temperaturunterschiede hervorgebrachte Luftwechsel durch den Winddruck unterstützt, so kann jener sehr beträchtlich werden. Indessen ist die Wirkung des Winddruckes grossen Schwankungen ausgesetzt, indem hier verschiedene Umstände mitwirken, so die Lage der Umfassungsräume der Wohnung gegen die Windrichtung, ihre Feuchtigkeitsverhältnisse, ihre Dicke und Beschaffenheit u. dergl.

Schädliche Wirkungen können die Winde dadurch ausüben, dass sie grosse Massen Staub aufwirbeln und dadurch der Verbreitung gewisser Krankheiten möglicher Weise einen Vorschub leisten können. Solches wird ja in Bezug auf die Verbreitung der Malaria-Krankheiten und auch der Cholera behauptet, indessen ist diese Art der Verbreitung noch nicht sicher festgestellt, und dann scheint die Ansteckungsgefahr sich nicht weit vom Infectionsheerde zu entfernen.

Auch die saugende Wirkung, welche der Wind auf die Bodenluft ausübt, ferner die Fortführung von giftigen oder übel riechenden Gasen von solchen Stellen, welche mit Fäulnissstoffen angefüllt sind, muss hier erwähnt werden.

VII. Wetter und Klima.

Die Witterungserscheinungen, wie sie im Durchschnitt in unseren Gegenden sich zeigen, können vom normalen menschlichen Organismus leicht und ohne Beschwerde ertragen werden; auch die Witterungswechsel, welche sich langsam vollziehen, sind unserer Gesundheit nicht schädlich, sondern eher noch erfrischend und wohlthätig anregend. Hierbei kommt das eine oder andere meteorologische Element oder es kommen auch mehrere zu einer besonders hervorragenden Geltung, so dass hierdurch der Witterungscharakter bestimmt wird. Wenn wir das jeweilige Wetter mit den Durchschnittswerthen der es zusammensetzenden meteorologischen Elemente in der betreffenden Jahreszeit vergleichen, so unterscheiden wir je nach dem Vorwalten des einen oder anderen meteorologischen Elementes folgende Witterungszustände:

Stilles (ruhiges) Wetter: Windstärke zwischen 0 und 3 der Beaufort'schen Skala (0 = Windstille, 1 = leiser Zug, 2 = leicht, 3 = schwach; Windgeschwindigkeit in den unteren Luftschichten 0 bis etwa 6 m pr. Sek.) [1]).

Windiges Wetter: Windstärke zwischen 4 und 7 (4 = mässig, 5 = frisch, 6 = stark, 7 = steif, Windgeschwindigkeit 8 bis 14 m pr. Sek.).

Stürmisches Wetter: Winde zwischen 7 und 12 (8 = stürmisch, 9 = Sturm, 10 = starker Sturm, 11 = heftiger, harter Sturm, 12 = Orkan. Windgeschwindigkeit über 16 m pr. Sek.).

Heiteres Wetter: Bewölkung 0 und $^1/_4$.

Wolkiges, bewölktes Wetter: Bewölkung $^2/_4$ bis $^3/_4$ mit getrennten Wolkenmassen, nicht mit einförmiger Wolkendecke.

Trübes Wetter: Beeinträchtigung der Tageshelle durch eine Wolkendecke oder durch Nebel (nebliges Wetter).

---

[1]) Die Windgeschwindigkeiten beziehen sich auf die Angaben von Anemometern, welche frei in mässiger Höhe aufgestellt sind. Mit der Höhe nimmt auch rasch die Windgeschwindigkeit zu.

Sichtiges Wetter: Luft in horizontaler Richtung sehr durchsichtig (Fernsicht).

Beständiges Wetter: Gleichmässige Fortdauer einer ziemlich ruhigen, keine rasche Aenderung in sich schliessenden Witterung, jedoch ohne Rücksicht auf die Windstärke.

Unbeständiges Wetter: Rascher Wechsel zwischen den entgegengesetzten Witterungscharakteren, insbesondere zwischen Regen-, Schnee- und Graupelschauern und Sonnenschein, mit oder ohne Windböen.

Veränderliches Wetter: Langsamer Wechsel zwischen entgegengesetzten Witterungscharakteren, insbesondere Wechsel zwischen Niederschlägen bezw. Nebel und trockenem, ganz oder theilweise heiterem Wetter.

Trockenes Wetter: Abwesenheit von Niederschlägen und stärkerem Nebel.

Feuchtes Wetter: Sehr feuchte Luft bei anhaltendem Nebel oder feinem Regen.

Regnerisches Wetter: Anhaltende Neigung zu Regen und oft wiederholtes Auftreten desselben.

Kaltes Wetter: Temperatur 5—10° unter dem Mittelwerthe.

Kühles Wetter: Temperatur um einige Grade unter dem Mittelwerthe, jedoch nicht unter dem Gefrierpunkte.

Warmes Wetter: Temperatur über dem Gefrierpunkte und mindestens 2° über dem Mittelwerthe.

Heisses Wetter: Temperatur über 25° und beträchtlich über dem Mittelwerthe.

Leichter Frost: Temperatur vorübergehend 0 bis —3° C.

Schwacher, gelinder Frost: Temperatur längere Zeit zwischen 0° und —3°.

Harter, starker Frost: Temperatur mindestens 5° unter Null und zugleich 5° unter dem Mittelwerthe.

Strenger Frost: Längere Zeit anhaltender starker Frost.

Schönes Wetter: Heiteres Wetter oder schwache Bewölkung bei Windstille, leichten oder mässigen Winden.

Ruhiges Wetter: Gleichzeitige Abwesenheit starker Winde, Gewitter und stärkerer Niederschläge.

Unruhiges Wetter: Starke bis stürmische Winde und stärkere Niederschläge, namentlich Regenschauer, Hagel, Gewitter, insbesondere Böen.

Nasskaltes Wetter: Feucht und kalt.

Schwüles Wetter: Für die Empfindung sehr warme und unbehagliche Luft, hemmt die Verdunstung und die Wärmeausstrahlung, insbesondere bei Windstille.
Rauhes Wetter: Windig und für die Empfindung sehr kalt, bei trockener Luft.
Mildes Wetter: Temperatur gemässigt und für die Empfindung angenehm, bei feuchter Atmosphäre.

Diese Witterungscharaktere treten im Laufe des Jahres in stetigem Wechsel bei uns auf und können dann für den menschlichen Organismus schädlich werden, wenn sie einen extremen Charakter annehmen. Die Folgeerscheinungen sind dann die, welche wir im Vorhergehenden besprochen haben. Während der langsame Uebergang des einen Witterungscharakters in den andern leicht ertragen wird, können plötzliche und starke Wechsel, wie sie in unseren Gegenden gerade nicht selten sind, von sehr bedenklichen Folgen begleitet sein und zu verschiedenartigen Erkrankungen Veranlassung geben, je nachdem das eine oder andere meteorologische Element eine besonders starke Schwankung zeigt. Insbesondere ist der rasche Wechsel von oceanischen und kontinentalen Luftströmungen, welche meist von starken Schwankungen der Temperatur und der Feuchtigkeit begleitet sind, für unsere Gesundheit sehr bedeutungsvoll; namentlich wirken dieselben in hohem Grade auf unsere Athmungsorgane und können das Auftreten der epidemischen Krankheiten begünstigen oder hemmen und unter Umständen einen anderen Verlauf geben.

Nachdem wir oben die Beziehungen der Windrichtung und der Windstärke zu der Luftdruckvertheilung erörtert haben, wollen wir die übrigen meteorologischen Elemente mit Hilfe der Wetterkarten näher studiren, und zwar zunächst die Bewölkungsverhältnisse.

Aus unserer Wetterkarte vom 30. September 1890 (siehe Fig. 23, S. 199) ersehen wir, dass südlich von der Isobare 760, im Hochdruckgebiete, stilles, heiteres und auch trockenes Wetter herrscht und wie die Bewölkung allmählich nach Norden, nach dem Depressionsgebiete hin zunimmt. An unserer Küste ist die Witterung schon trübe und ebenso im ganzen Bereiche der Depression, nur einige wenige Stellen ausgenommen, wo der Himmel wolkig oder sogar heiter ist. Wie die Beobachtungen vom 30. September 1890 nachweisen, findet im Laufe dieses Tages im Depressionsgebiete allenthalben Regenfall statt. Diese Verhältnisse entsprechen der Regel, dass im Umkreise

des Minimums trübes Wetter mit Regenfall. dagegen im Bereiche des Maximums heitere Witterung vorwaltet.

In der Wetterkarte ist die Temperatur durch eingeschriebene Zahlen in ganzen Graden dargestellt. Hiernach ist die Vertheilung der Wärme über ganz Westeuropa eine sehr gleichmässige, wobei die Temperatur allenthalben und ziemlich erheblich über dem Mittelwerthe liegt. In Westfrankreich und Südeuropa liegt sie über 15°, in Mitteleuropa zwischen 5 bis 10°, und erst im hohen Norden treffen wir Temperaturen unter 5° an. Um die Mittagszeit zeigen sich aber örtlich grosse Wärmeunterschiede, indem die Temperaturen im Bereiche des Maximums einen beträchtlich höheren Werth erreichen, als im Bereiche der Depression. Diese Thatsache erklärt sich sofort daraus, dass durch das heitere Wetter im Gebiete des Maximums eine grössere Einstrahlung durch die Sonne stattfindet, als in demjenigen des Minimums, für welches die Wolkendecke die Bestrahlung verhindert.

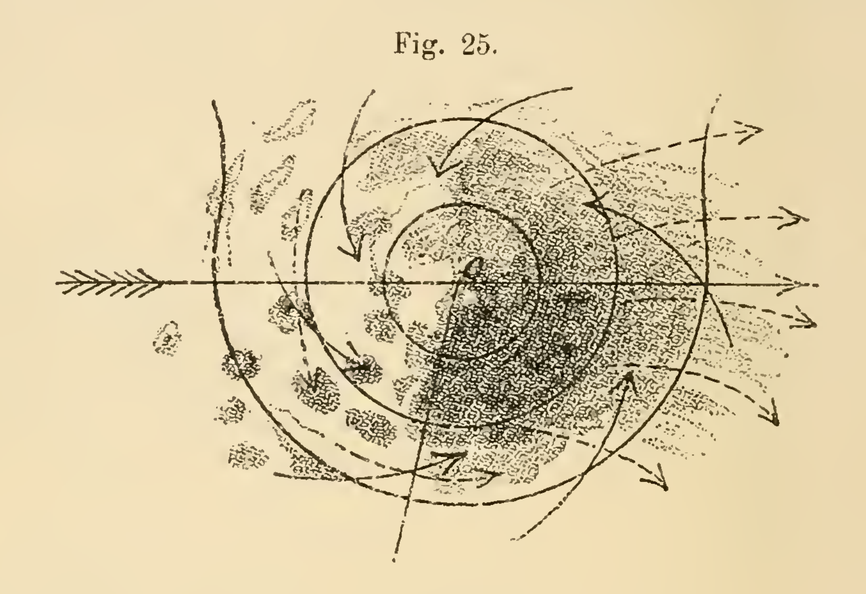
Für unsere Gegenden ist der Ursprung der Winde von der grössten Bedeutung. Kommen die Winde aus niederen Breiten vom Atlantischen Ocean, so sind sie warm und mit Wasserdampf beladen, bringen im Winter Wärme, dagegen im Sommer Milderung der Hitze; liegt ihr Ursprung nördlicher, wie bei Nordwestwinden, so verursachen sie Abkühlung bei veränderlicher feuchter Witterung; aus Osten kommende Winde sind meistens trocken, im Sommer warm, im Winter kalt.

Vergleichen wir nun unsere Wetterkarte mit denjenigen des vorhergehenden und des nachfolgenden Tages (vgl. Nebenkärtchen vom 1. October, 8 Uhr Morgens, in Fig. 23, S. 199, die Karte vom Vortag ist hier nicht reproducirt), so ergiebt sich, dass das Minimum westlich von Schottland am Vortage noch nicht bemerklich ist, und dass das Minimum über Mittelskandinavien zu dieser Zeit weit westlich auf dem Ocean, etwa zwischen Island und den Fär-Öern, sich befand. Bis zum folgenden Tage ist das letztere Minimum nach Finnland fortgeschritten, das andere liegt über der Nordsee und bewegt sich in den folgenden beiden Tagen ziemlich rasch ostwärts über Südschweden hinaus nach dem Ladogasee hin. Bei diesen Vorgängen verliert das Minimum unserer Wetterkarte über Mittelskandinavien seinen Einfluss auf die Witterungserscheinungen unserer Gegenden, aber seine Rolle übernimmt das andere Minimum, an der Küste orkanartige Winde, im Binnenlande böiges Wetter mit Regenfällen und Gewittererscheinungen hervorrufend und gefolgt von ziemlich erheblicher Abkühlung.

Das barometrische Maximum, welches seit dem Vortage seinen Ort wenig geändert hat, wandert beim Herannahen der Depression im Westen südostwärts weiter und nimmt am folgenden Tage seine Stelle am nördlichen Ufer der Adria ein.

Während die barometrischen Maxima ihren Ort in der Regel nur wenig ändern und oft mehrere Tage lang mit veränderlichen Grenzen über derselben Gegend verweilen und so der Witterung den Charakter des Beständigen verleihen, sind die barometrischen Minima gewöhnlich in stetigem Fortschreiten begriffen. Dabei ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima grossen Schwankungen unterworfen, oft schreiten sie mit Sturmeseile fort, oft bewegen sie sich Tage lang kaum von der Stelle. Als mittlere Fortpflanzungs-

Fig. 25.



geschwindigkeit der Minima kann man 7 bis 8 m in der Sekunde annehmen, welche Geschwindigkeit derjenigen eines mässigen Windes entspricht. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist in den verschiedenen Gebietstheilen Europas sowie in den einzelnen Jahreszeiten verschieden. Am grössten ist sie über Frankreich, dem südlichen Nordseegebiete, Deutschland und Oesterreich-Ungarn, am geringsten über Südschweden, Finnland und Nordwest-Russland, während sie in Italien und Umgebung ungefähr dem allgemeinen Mittel entspricht. Bemerkenswerth ist die Abnahme der Geschwindigkeit der Minima im Sommer, sobald sie die europäischen Küsten betreten. Ausserdem ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit solcher Minima grösser, welche von stürmischer Luftbewegung begleitet sind.

Um nun die Aenderungen in den Witterungszuständen übersehen zu können, wenn eine Depression am Orte vorüber geht,

nehmen wir zunächst den bestimmten Fall an, dass diese nördlich von uns vorbeizieht, etwa von den britischen Inseln ostwärts über die Nordsee und das Skagerrack hinaus nach Südschweden hin. Es lassen sich dann die Witterungsvorgänge etwa folgendermaassen darstellen (siehe Fig. 25).

Bei Annäherung der Depression fängt mit nach Südost umgehenden und unter langsamem Auffrischen nach Süd, nachher nach Südwest drehenden Winden und vorübergehend heiterem oder aufklarendem Wetter das Barometer an zu sinken, zuerst langsam, dann rascher; dabei zeigen sich am westlichen Horizonte lang gestreckte oder schleierförmige Cirruswolken, langsam zum Zenite heraufziehend und dasselbe überschreitend, als die Vorboten des schlechten Wetters, welches weiter nach Westen hin schon überall eingetreten ist. Wegen der geringeren Reibung in den oberen Luftschichten ziehen, wie bereits oben bemerkt, diese Wolken nicht in derselben Richtung, wie der Unterwind, sondern werden mehr oder weniger stark nach rechts abgelenkt. Nach und nach überzieht eine dichtere Wolkenschicht teppichartig den ganzen sichtbaren Himmel, dann erscheinen unter dieser Hülle dunkle Regenwolken, und nun beginnen ausgedehnte Niederschläge, welche zwar schwach, aber wegen ihrer längeren Dauer ergiebig sind: es sind die sogenannten Landregen, die gewöhnlich erst dann enden, wenn der Kern der Depression an dem Ort vorübergegangen ist. Ist dieser Uebergang erfolgt, so geht der Wind unter fortgesetztem Auffrischen nach West und dann nach Nordwest über, entweder nach und nach oder plötzlich in einer mehr oder weniger heftigen Böe, welche nicht selten von kurz andauernden Gewittererscheinungen begleitet ist. Nunmehr haben die Niederschläge ihre grösste Stärke erreicht und werden plötzlich unterbrochen, wobei die Wolkendecke zerreisst. Mit einem Schlage ist sodann ein ganz neuer Witterungszustand eingetreten: blauer Himmel wechselt jetzt rasch mit schwerem Haufengewölk, aus welchem bei böigem, rasch anschwellendem und plötzlich nach nördlicheren Richtungen springendem Winde und bei rascher, oft sprungweise sinkender Temperatur heftige, aber gewöhnlich nur kurz andauernde Regen-, Schnee- oder Hagelschauer herniederstürzen. Beim Vorübergang des Minimums hatte der Luftdruck seinen geringsten Werth erreicht, jetzt geht das Barometer ins Steigen über, und das Steigen dauert fort, bis das Minimum sich in weiter Ferne befindet. Nach einiger Zeit werden die Böen seltener und schwächer, auch die Niederschläge nehmen ab und

hören allmählich ganz auf. Es folgt hierauf eine kürzere oder längere Zeit sonnigen Wetters, bis eine neue Depression, von Westen her kommend, diesem ein Ende macht. Häufig aber folgen die Depressionen rasch auf einander, oder es treten sekundäre Bildungen, insbesondere am Südrande der Depressionen, auf (Theildepressionen, Ausbuchtungen der Isobaren), so dass die oben geschilderten charakteristischen Erscheinungen mehr oder weniger verwischt werden.

Geht die Depression südlich an uns vorbei, so sind die Aenderungen in den Witterungsvorgängen gewöhnlich viel weniger ausgesprochen, als in dem vorher betrachteten Falle. Alsdann erscheinen die Cirruswolken oder der Cirrusschleier gewöhnlich am südwestlichen Horizonte und überziehen, nach Ost hin ziehend, den Himmel. Das Barometer fällt, während der Wind gegen den Sinn der Bewegung der Uhrzeiger zurückdreht. Die Wolkendecke ist meistens aschgrau am Himmel ausgebreitet, selten bilden sich unter derselben schwere Regenwolken aus, wie auch der Regen seltener und auf ein kleineres Gebiet beschränkt ist, als auf der Südseite der Depression. Ist der Kern der Depression vorübergegangen und hat der Regen aufgehört, so bleibt der Himmel noch einige Zeit bedeckt, worauf dann das Aufklaren ganz allmählich erfolgt, wobei das Barometer wieder steigt und die Temperatur nach und nach herabgeht.

Mit den Aenderungen der Windrichtung sind auch mehr oder weniger erhebliche Aenderungen der Temperatur verbunden, namentlich im Winter bei nördlich an uns vorübergehenden Depressionen. Auf der Vorderseite wehen südöstliche oder südliche Winde, die aus südwestlichen entstanden sind; diese bringen die warme feuchte oceanische Luft in unsere Gegenden, und die Wolkendecke verhindert die Wärmeausstrahlung in den Weltraum. Auf der Rückseite dagegen strömt kalte, mehr trockene Luft aus kalten Gegenden, und das Fehlen der Wolkendecke begünstigt die Ausstrahlung. Daher im Winter bei einer nördlich an uns vorüberziehenden Depression auf der Vorderseite mildes Wetter oder doch Erwärmung, und auf der Rückseite (wenn keine neue Depression auf dem Fusse nachfolgt) Kälte. Im Sommer bringen die Depressionen überhaupt trübes und die Sommerhitze linderndes Wetter, wobei auf der Rückseite die Einstrahlung und die Wirkung des Lufttransportes aus nördlicheren Gegenden die Wärmeänderungen abschwächen.

Es sei hier ausdrücklich bemerkt, dass die Witterungsvorgänge im Bereiche einer Depression sich in verhältniss-

mässig seltenen Fällen so rein abspielen, als es oben dargestellt wurde, vielmehr finden in dem Verhalten der Depressionen so unendlich viele Modificationen und Umgestaltungen statt, dass wohl kein Fall mit einem anderen vollkommen übereinstimmt. Nicht die Depressionen an und für sich sind für unser Wetter allein maassgebend, sondern vielmehr die mannigfachen sekundären Ausbildungen und deren Verhalten im Bereiche der Depression, wie Ausbuchtungen der Isobaren, Theildepressionen u. dergl. Daher kommt die gewiss unerfreuliche Erscheinung, dass die Handhabung der Wettervorhersage noch mit so ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft ist, und dass das Maass der Treffsicherheit noch nicht den Grad erreicht hat, der bei der grossen Wichtigkeit dieses Zweiges der Meteorologie wohl wünschenswerth wäre. Wir werden uns daher auf einen sehr langsamen Fortschritt der Wettervorhersage gefasst machen müssen, der, wie es scheint, nur auf dem Boden der Erfahrung anzustreben ist.

Die barometrischen Minima gehen in der Regel nördlich an uns vorüber, und so ändern sich die Winde in unseren Gegenden in der Regel rechtdrehend, d. h. im Sinne der Bewegung der Uhrzeiger, insbesondere die starken Winde, so dass, namentlich in der kälteren Jahreszeit, auf einen auffrischenden Südost- und Südwind gewöhnlich zuerst ein starker Südwest, dann häufig West- und Nordwestwinde folgen (Ausschiessen des Windes), welch' letztere einen böigen Charakter haben.

Im allgemeinen bewegen sich die Depressionen nach einer Richtung, welche zwischen Nordost und Südost liegt, seltener rein nord- und südwärts, noch seltener nach einer westlichen Richtung. Dabei werden gewisse Gegenden vorzugsweise von den Depressionen aufgesucht und gewisse Bahnen bevorzugt, welche man gewöhnlich Zugstrassen nennt. Fig. 26 u. 27 geben ein anschauliches Bild der am meisten besuchten Zugstrassen in den extremen Monaten, wobei die Breite die Häufigkeit ihres Vorkommens andeuten soll. Zugleich sei jedoch bemerkt, dass auch hier sehr viele und sehr erhebliche Abweichungen vorkommen, indem nur etwa der vierte Theil aller Minima diese Wege einschlägt und längere Zeit darauf verweilt.

Die Minima, welche vom Ocean her zu uns herüber kommen, machen sich fast alle zuerst bemerkbar in der Nähe der britischen

Inseln. Wählen wir diese als Ausgangsstelle, so gelangen wir zu folgenden Zugstrassen [1]:

Zugstrasse I. Sie beginnt im Nordwesten der britischen Inseln und führt nach der Nordküste Norwegens. Diese Zugstrasse ist in allen Jahreszeiten stark vertreten und ist die bedeutungsvollste, insbesondere für das nordwestliche Europa. Am meisten ist sie besucht in den Winter- und Herbstmonaten; im April und Mai und im eigentlichen Sommer tritt sie mehr zurück. Es ist bemerkenswerth, dass die Minima auf dem Ocean nördlich von Schott-

Fig. 26.

Zugstrassen der barom. Minima JANUAR.

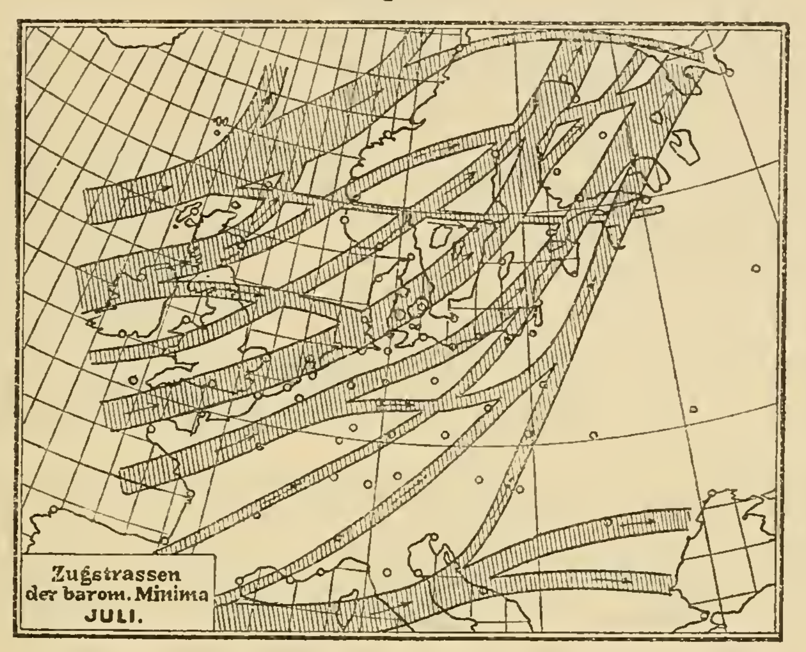
land sehr häufig diese Zugstrasse verlassen, indem sie nordwärts nach dem Eismeere abbiegen (Ia). Diese Tendenz des Abbiegens ist in allen Jahreszeiten vorhanden.

Die meisten Minima, welche sich auf dieser Zugstrasse bewegen, ziehen über Nordskandinavien weg, nach dem nördlichen Eismeer, oder den Nordküsten entlang dem Weissen Meere zu, indessen häufig nehmen sie über Nordskandinavien eine südöstliche Richtung an, die nach dem Inneren Russlands hinführt. Diese Zugstrasse Ib gehört nur der kälteren Jahreszeit an und ist deswegen von Bedeutung, weil sie an unsere Küste böige Nordwestwinde mit nasskalter Witterung bringt.

[1]) Vergl. van Bebber, Typische Witterungserscheinungen, in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“ 1882, Nr. 3, und 1886, Nr. 2. Siehe auch „Monatliche Uebersicht der Witterung“, Jahrg. 1880 und Met. Zeitschr. 1891, S. 361.

Bei dieser Wetterlage ist in der kälteren Jahreszeit im allgemeinen feuchte, milde Witterung bei südlichen bis westlichen Winden in unseren Gegenden vorherrschend. Dabei wird der Wirkungskreis der Depression durch die Lage des angrenzenden Hochdruckgebietes abgegrenzt. Liegt dieses über Südost-Europa, so überfluthet warme, feuchte, oceanische Luft in breitem Strome mit ostwärts fortschreitendem Regenfall unseren Kontinent, wobei jener indessen nicht selten durch Ausbuchtungen der Isobaren, durch nach Süden hin lang gezogene Furchen niedrigen Luftdruckes (Theil-

Fig. 27.



depressionen) gehemmt wird. Solche Theildepressionen schreiten gewöhnlich rasch ostwärts oder nordostwärts fort, und wenn sie bei uns vorübergehen, so dreht der Wind rasch in die südwestliche, westliche und nordwestliche Richtung, so dass ein plötzlicher Witterungsumschlag erfolgt; oder aber die Theildepression verwandelt sich in umfangreiches Depressionsgebiet mit trübem, regnerischem, im Osten warmem, im Westen nasskaltem Wetter (Fig. 28). Liegt das Hochdruckgebiet über Süd- oder Südwest-Europa, so ist die Windrichtung gewöhnlich westlich und nähert sich allmählich der nordwestlichen, wobei der Wind stark auffrischt und häufig Sturmesstärke erreicht. Ausgebreitete und ergiebige Regenfälle mit zuerst warmer, dann kalter Witterung sind die Folgeerscheinungen dieser Wetterlage. Dreht aber hierbei der Wind nicht nach Nordwest, indem im Westen eine neue Depression folgt, so bleibt die warm-

Fig. 28 und 29.

6. Dezember 1887. 8h Morgens.

2. Januar 1880, 8h Morgens.

Fig. 30 und 31.

22. Februar 1885.
8h Morgens.

13. Juli 1887.
8h Morgens.

feuchte Witterung (Fig. 29). Befindet sich endlich das Hochdruckgebiet über Deutschland selbst, so ist der Wirkungskreis der Depression nur noch auf die nördlicheren Gegenden beschränkt. Im deutschen Binnenlande wird das Wetter ruhig, heiter und trocken sein, wobei die Temperatur der Hauptsache nach von örtlichen Verhältnissen abhängt (Fig. 30).

In der wärmeren Jahreszeit ist der letzte Fall entschieden am häufigsten; das Maximum lagert über Deutschland oder dessen

Fig. 32.

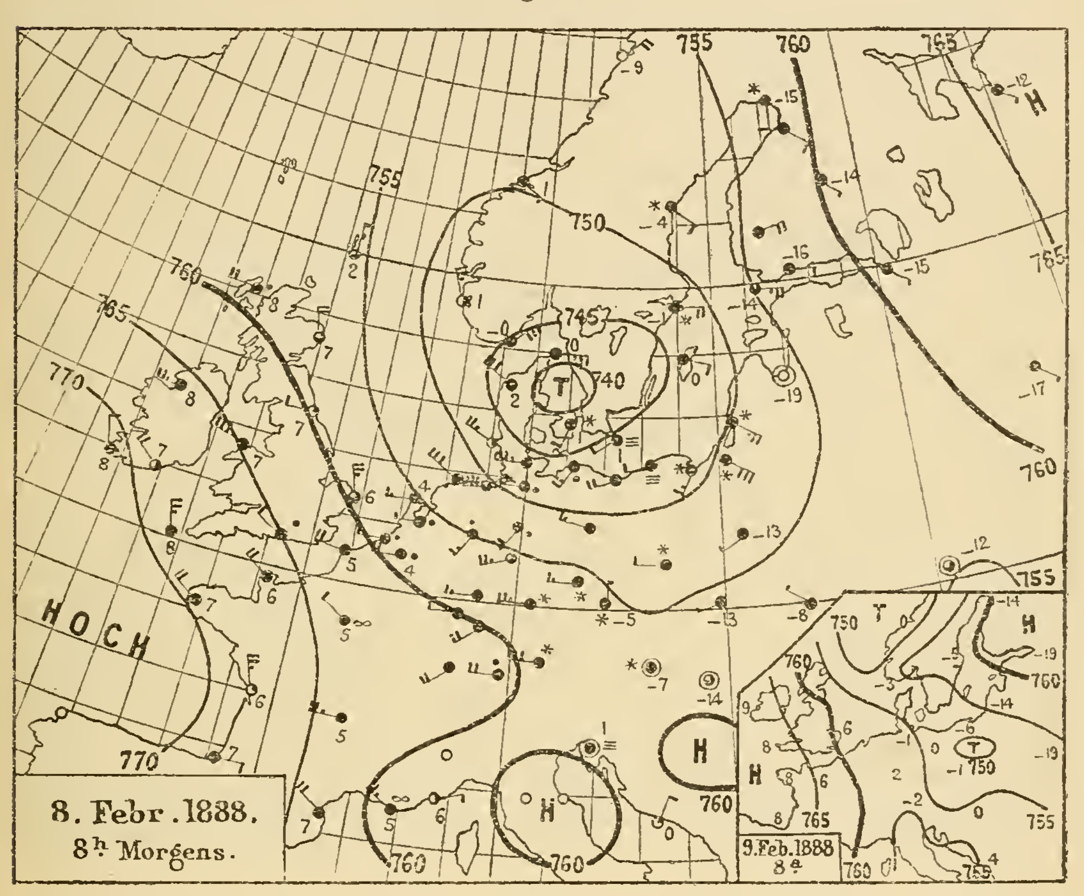
7. Januar 1882, 8h Morgens.

unmittelbarer Umgebung, wobei die Depression im Nordwesten viel weniger entwickelt ist als im Winter. Ruhiges, heiteres und trockenes Wetter mit zunehmender Temperatur sind dieser Wetterlage eigen. Indessen bilden sich oft in der Kanalgegend Theildepressionen, welche, ostwärts weiterziehend, meistens zu Gewitterbildung Veranlassung geben (Fig. 31). Die diese Fälle veranschaulichenden Wetterkarten sind ohne weiteres verständlich.

Zugstrasse II, welche aus der Gegend von Schottland rein ostwärts nach dem mittleren Schweden hinführt, ist zwar

im allgemeinen nicht häufig vertreten, indem sie oft in die Zugstrasse III oder IV übergeht, sie fehlt aber in keiner Jahreszeit. Im Herbste und im Winter kommt sie am häufigsten vor, insbesondere dann, wenn ein barometrisches Maximum sich über Südwest- oder Südeuropa ausgebreitet hat, und wenn die Isobaren eine west-östliche Richtung haben, wobei der Luftdruck über Nordeuropa niedrig ist. Bei dieser Wetterlage ist das Wetter in der kälteren Jahreszeit stürmisch, regnerisch und warm, in der wärmeren kühl, windig

Fig. 33.

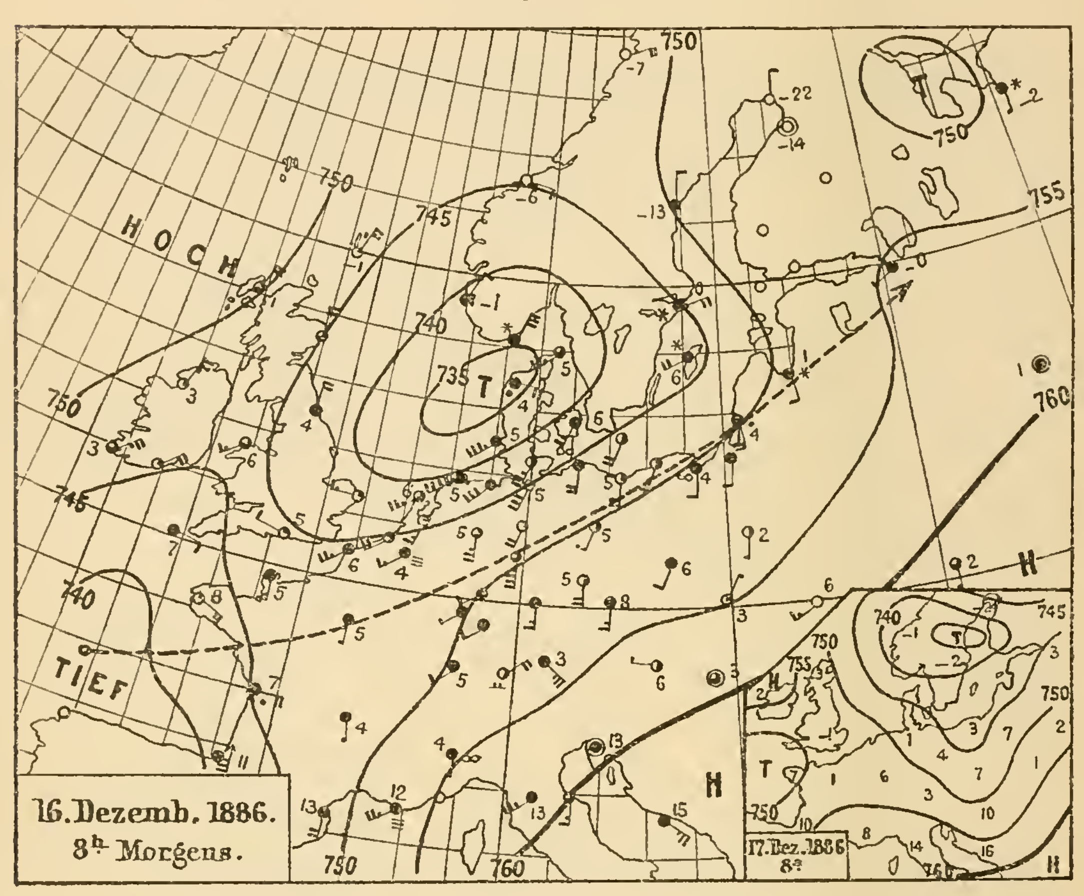


und geneigt zur ausgebreiteten Gewitterbildung. Meist folgen mehrere Depressionen auf einander, wenn nicht, so sind auf der Rückseite der Depression böige Nordwestwinde mit starker Abkühlung und Regen-, Schnee- oder Hagelschauern die Regel. Fig. 32 veranschaulicht diesen Fall.

Zugstrasse III. Diese Zugstrasse zieht vom norwegischen Meere südostwärts über Skandinavien oder das Skagerrack und Umgebung hinweg. Wenn die auf ihr fortschreitenden Depressionen das Ostseegebiet erreicht haben, biegen sie entweder nach Osten um

oder sie setzen ihren Weg südostwärts fort. Die Zugstrasse III gehört fast ausnahmslos den Monaten September bis März an, in den übrigen Monaten ist sie nur sehr spärlich vertreten. Die West- und Nordwestwinde sind stets böig, häufig stürmisch, das Wetter unbeständig und zu Regenschauern geneigt, Gewitter sind selbst im Winter nicht selten. Diese Wetterlage ist oft für die südliche Nordsee gefährlich, indem die zuweilen auftretenden Sturmböen nicht selten zu Strandungen

Fig. 34.



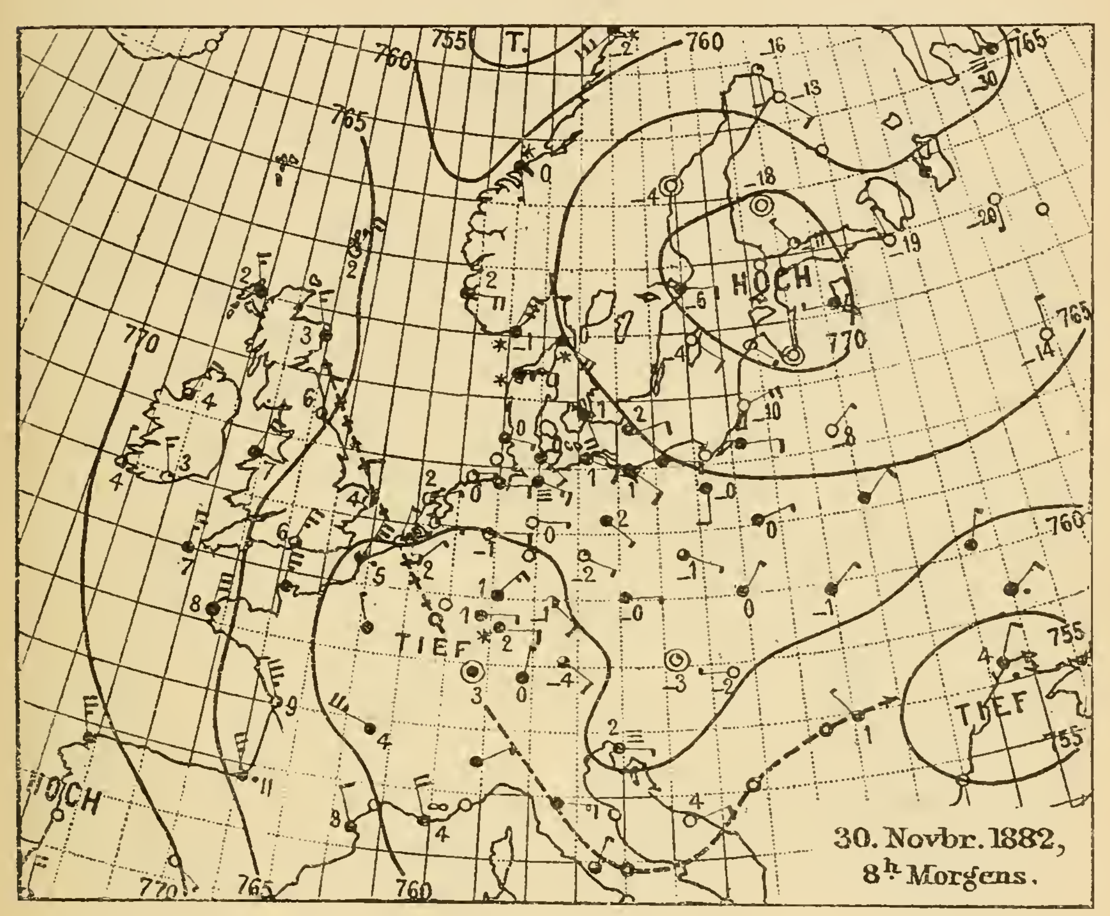
und verheerenden Sturmfluthen führen (Fig. 33). — Ein Beispiel ist die denkwürdige Sturmfluth vom 22. bis zum 23. December 1894.

Zugstrasse IV. Sie beginnt im Süden der britischen Inseln und verläuft dann ostnordostwärts entweder über das Skagerrack oder die Helgoländer Bucht hinaus nach dem Finnischen Busen und Umgebung. Sie kommt in jeder Jahreszeit vor, hauptsächlich aber in den Sommermonaten, in welchen meist flache Depressionen auf ihr ziehen, welche durch ihre ausserordentliche Gewitterhäufigkeit hervorragen. In der kälteren Jahreszeit sind lebhafte rechtsdrehende Winde mit warmem und regnerischem Wetter dieser Wetterlage

eigen, in der wärmeren ist die Luftbewegung (wegen der schwächeren Entwickelung der Minima) nur mässig, aber das Wetter gewöhnlich sehr regnerisch und ungewöhnlich gewitterreich (Fig. 34).

Zugstrasse V führt ungefähr parallel mit Zugstrasse III von den britischen Inseln ostwärts durch Frankreich nach dem Mittelmeer (Va). Sie gehört der kälteren Jahreszeit an und ist in den Sommermonaten nicht vorhanden. Für Deutschland, insbesondere

Fig. 35.

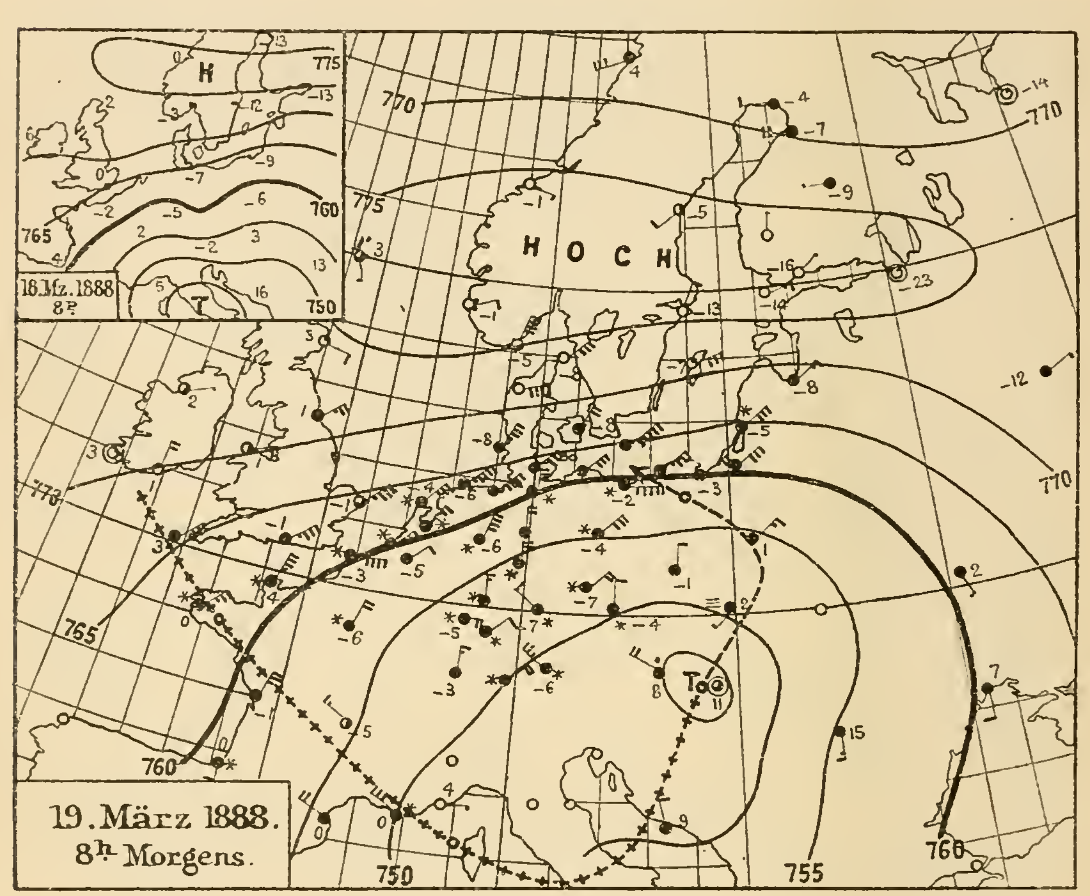


für die westlichen Gebietstheile bringt diese Wetterlage trübe und nasskalte Witterung, wovon das östliche Deutschland nicht selten frei bleibt. Fig. 35 zeigt diese Wetterlage. Im Süden von Frankreich nimmt sie die Minima auf, welche von der Iberischen Halbinsel oder vom Biscayischen Busen kommen, und führt dann über Italien und die Adria hinweg entweder nach dem Schwarzen Meere oder nach den russischen Ostseeprovinzen (Vb) weiter. Der Zuzug der Minima vom Westen, von Spanien her, findet zu jeder Jahreszeit statt. Ein Theil der Minima biegt schon an der Westküste Italiens, seltener über der Adria, südostwärts ab und wendet sich

dann nach der afrikanischen Küste; dieses geschieht namentlich in der kälteren Jahreszeit.

Der grösste Theil der über Italien ostwärts fortschreitenden Depressionen wendet sich nach dem Schwarzen Meere oder nach dem südöstlichen Ostseegebiete, und zwar in allen Jahreszeiten. Am wichtigsten für unsere Witterungserscheinungen ist die Zugstrasse Vb, welche in den Frühlings- und Herbstmonaten am

Fig. 36.



häufigsten vorkommt. Sehr oft bewegen sich auf ihr die barometrischen Minima einem Hochdruckgebiete über Nordeuropa zu (daher Auffrischen der Ostwinde im südlichen Ostseegebiete) und biegen dann, dem Einflusse des barometrischen Maximums folgend, westwärts um, um nach der Nordsee weiter zu ziehen. Für das südliche und östliche Deutschland ist bei dieser Wetterlage regnerisches Wetter vorherrschend. Bei Annäherung der Depression an das Ostseegebiet werden die Winde hier nicht selten stürmisch, so dass in extremen Fällen an der westlichen Ostsee Sturmfluthen hervorgerufen werden (so die denkwürdige Sturmfluth im November 1872). Starke Regen- und

Schneefälle (Schneeverwehungen), welche zu Ueberschwemmungen führen, charakterisiren die Zugstrasse Vb. Die meisten Betriebsstörungen im östlichen Deutschland verdanken ihren Ursprung denjenigen Depressionen, welche auf dieser Zugstrasse ziehen (Fig. 36)[1].

Dass die Depressionen bei unseren Zugstrassen im grossen Ganzen die Wasserstrassen (Atlantischer Ocean, Nord- und Ostsee, Mittelmeer) verfolgen, wollen wir nicht unterlassen zu bemerken. Es ist wohl kein Zweifel, dass dieser Umstand hauptsächlich in der geringen Reibung auf der Wasseroberfläche begründet ist.

Die jahreszeitlichen Aenderungen der Temperatur- und Luftdruckvertheilung geben den Schlüssel zur Erklärung der Verschiedenheiten, welche sich im Laufe des Jahres in dem Verhalten der Zugstrassen herausstellen, wenn wir noch die Thatsache in Betracht ziehen, dass die Depressionen in der Regel in der Weise sich fortbewegen, dass sie sowohl den höheren Druck als die höhere Temperatur nach rechts liegen lassen, so dass sie der allgemeinen Luftströmung folgen.

Im eigentlichen Winter und in den angrenzenden Monaten ist der europäische Kontinent kalt, dagegen das Meer verhältnissmässig warm, so dass ein schroffer Gegensatz in der Temperaturvertheilung im Westen und Osten zu Tage tritt, während der Luftdruck nach Nordwesten hin sehr rasch abnimmt; die höchste Temperatur liegt auf dem Ocean südwestlich von Europa. Diesen Verhältnissen entsprechend sind die nach Südost und Ost gerichteten Zugstrassen III und Va und II in der kälteren Jahreszeit häufig. Schon im September sind sie vertreten, in den folgenden Monaten sind sie stark besucht bis zu Ende März, worauf sie dann fast ganz verschwinden.

Aber auch die nach Ostnordost gerichteten Zugstrassen sind in der kälteren Jahreszeit häufig; denn zunächst ist der nach Nordwest gerichtete Gradient zu dieser Zeit beträchtlich gross und ausserdem bildet sich nicht selten nach derselben Richtung hin ein starker Temperaturgradient aus, wenn die oceanische Luft unseren Erdtheil überfluthet.

Der Grund, dass die nach Nordost gerichtete Zugstrasse I im Winter so häufig von Depressionen besucht wird, liegt, abgesehen von der Druckvertheilung, auch darin, dass in dieser Jahreszeit die Temperatur über Nordwest-Europa nordwestwärts rasch abnimmt.

Im Sommer sind die Luftdruckunterschiede über Europa ver-

---

[1]) Das Herannahen solcher Depressionen kann in manchen Fällen mit einiger Wahrscheinlichkeit des Eintreffens vorhergesagt werden, und hieraus könnten die Eisenbahnverwaltungen jedenfalls Nutzen ziehen.

hältnissmässig gering; der nach Nordwest und Nord gerichtete Luftdruckgradient verschwindet fast gänzlich, während Westeuropa einen Ueberdruck gegen Osteuropa aufweist. Dagegen ist in Westeuropa ein grosser, nach Nordwest gerichteter Temperaturgradient vorhanden, und dieser beherrscht in überwiegendem Maasse die gesammte Luftbewegung über Westeuropa. Daher haben die Zugstrassen im Sommer einen nach Nordost und Nordnordost gerichteten Verlauf. Schon im Mai treten diese Verhältnisse ein, und sie dauern bis in den September hinein fort.

Im Anschlusse hieran wollen wir nun die barometrischen Maxima und die Witterungserscheinungen in denselben betrachten, indem wir uns nur auf Deutschland und die nächste Umgebung beschränken [1].

Indem ich alle Tage in Betracht zog, in denen ganz Deutschland unter der Herrschaft eines Hochdruckgebietes stand und dabei die Lage des barometrischen Maximums, d. h. des höchsten Barometerstandes, nach der Himmelsrichtung berücksichtigte, erhielt ich aus den Wetterkarten der Seewarte (bezogen auf 8 Uhr Morgens) für den Zeitraum von 1881 bis 1890 folgendes Ergebniss, wobei noch die Tage berücksichtigt wurden, an welchen Deutschland unter dem Einflusse einer Depression stand, möge sich dieser auf das ganze Gebiet oder auf einen Theil desselben beziehen.

Mittlere Dauer der Maxima und Minima in Tagen, sowie mittlere Wahrscheinlichkeit der Fortdauer derselben von Tag zu Tag.

Lagen des höchsten Luftdruckes in Bezug auf Deutschland		Mittlere Dauer					Wahrscheinlichkeit der Fortdauer				
		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Maxima	N bis ENE	**3,5**	2,4	2,0	2,2	2,6	**71**	58	50	55	62
	E „ SSE	**2,1**	1,5	1,3	1,5	1,7	**52**	33	23	33	41
	S „ WSW	1,5	**1,7**	1,6	1,2	1,6	33	**41**	38	17	38
	W „ NNW	2,0	1,9	**2,7**	1,4	2,0	50	47	**53**	29	50
	central	1,7	**1,8**	1,7	**1,8**	1,7	41	**44**	41	**44**	41
	überhaupt	**5,6**	3,4	3,6	2,9	3,8	**82**	71	72	66	74
Minima	. . . . .	**6,7**	5,0	3,6	6,2	5,2	**85**	80	72	84	81

[1]) Ausführliches hierüber findet sich in der Abhandlung: van Bebber, „Das Wetter in den barometrischen Maxima“ in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“, Bd. XV, Nr. 4.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass der Einfluss der Depressionen durchschnittlich von längerer Dauer ist, als der der Maxima, sofern sich solcher auf das ganze Gebiet erstreckt. Im allgemeinen sind diejenigen Maxima am beständigsten, deren Kern auf der Nordhälfte der Windrose liegt, dagegen diejenigen am unbeständigsten, deren Kern (höchster Barometerstand) eine südliche oder eine centrale Lage hat.

Im Winter haben die Maxima im allgemeinen eine grosse Neigung zur Fortdauer, im Herbste dagegen sind die Maxima am unbeständigsten, während das Frühjahr und der Sommer in der Mitte stehen. Wenn wir die einzelnen Lagen der Maxima berücksichtigen, so sind die Maxima, deren Kern auf der Ostseite des Horizontes liegt, im Frühjahr und Winter am beständigsten, dagegen am unbeständigsten im Sommer, während diejenigen in westlicher Lage im Frühjahr und Sommer die längste, dagegen im Herbst die geringste Dauer haben. Die Maxima, welche für Deutschland eine centrale Lage haben, und deren Häufigkeit insbesondere für die Sommerszeit charakteristisch ist, zeigen in den einzelnen Jahreszeiten bezüglich ihrer mittleren Dauer nur geringe Verschiedenheiten.

Sehr lang andauernde Maxima, sofern sie ganz Deutschland beeinflussen, sind insbesondere dem Winter eigen; auch zur Sommerszeit sind sie gerade nicht selten, aber im Frühjahr und Herbst sind sie verhältnissmässig weniger häufig.

Wenn eine Depression längere oder kürzere Zeit die Witterung unserer Gegenden beeinflusst hat und wenn dann ein Maximum zur Herrschaft kommt, so tritt dieses im allgemeinen (im Jahresmittel) in der centralen oder in der nordwestlichen oder westlichen Lage auf, am seltensten in der östlichen. Diese Thatsache steht mit der sehr häufig vorkommenden Erscheinung im Einklange, dass auf der Rückseite der Depressionen, welche ja gewöhnlich ostwärts oder nordostwärts im Norden an uns vorbeischreiten, ein Maximum nachfolgt, welches vorher entweder auf dem Atlantischen Ocean, westlich von den britischen Inseln, oder über Südwest-Europa lagerte. In der kälteren Jahreszeit, insbesondere im eigentlichen Winter, pflegt die Depression einem Hochdruckgebiete Platz zu machen, dessen Kern im Norden oder Nordosten liegt, dagegen in der wärmeren Jahreszeit einem solchen, welches im Westen die höchsten Barometerstände hat (im eigentlichen Sommer zwischen Süd und Südwest). Indessen ist in allen Jahreszeiten, den Winter ausgenommen, der Uebergang der Depression in die centrale Lage am häufigsten. Es sei hier noch bemerkt, dass die barometrischen Maxima mit derselben Regel-

mässigkeit wie die Minima, sowohl in Nordamerika wie auf dem Nordatlantischen Ocean und Europa, ostwärts fortschreiten, wobei sie aber häufiger in den stationären Zustand übergehen [1]).

In der jährlichen Periode zeigen sich in der Temperaturvertheilung einige je nach der Lage bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Wir bemerken eine deutliche Beziehung des Wärmegebietes zu den verschiedenen Lagen mit dem Wechsel der Jahreszeiten. Im Winter ist das Wetter am wärmsten, wenn das Maximum im Südwesten liegt, im Frühjahr, wenn dasselbe eine südliche und südöstliche Lage hat, im Sommer, wenn der Luftdruck im Osten am höchsten ist, während der Herbst in seinem Verhalten sich wieder den winterlichen Zuständen nähert. Die Temperaturabweichungen sind also durchschnittlich positiv im Winter bei südwestlichen und westlichen, im Frühjahr bei südlichen und südwestlichen, im Sommer bei südöstlichen und südlichen und im Herbst bei südwestlichen und westlichen Winden.

Bei der centralen Lage des Maximums ist das Wetter in allen Jahreszeiten durchschnittlich kalt, insbesondere zur Winterszeit; nur die Monate von Mai bis Juli zeigen nahezu normale Verhältnisse. Abweichend von der bisherigen meist verbreiteten Ansicht, dass diese Lage einem überaus heissen Sommer entspreche, bemerken wir, dass die mittlere Sommertemperatur mitten im Maximum nicht weit über den Durchschnittswerth hinausgeht.

Der centrale Theil des Maximums zeigt im Sommer nur geringe Bewölkung, so dass die Einstrahlung kaum gehindert ist; und doch zeigt in diesem Theil die Temperatur kein Uebermaass. Starke Sommerhitze kann nur hervorgebracht werden durch lange anhaltende Einstrahlung oder durch den Lufttransport oder, wie es in der Regel der Fall ist, durch das Zusammenwirken beider Ursachen. Aehnlich verhält es sich mit dem Zustandekommen sehr strenger Kälte.

Für das Auftreten ausgebreiteter Nebel ergab sich folgende Zusammenstellung (für alle Lagen der Maxima):

	Deutschland			
	NW-	E-	S-	ganz
Winter	52 %	**23** %	**46** %	**40** %
Frühling	23	8	10	15
Sommer	16	7	4	9
Herbst	**54**	18	37	36
Jahr	36	14	26	25

[1]) Vgl. hierüber van Bebber in Ann. d. Hydrogr. u. marit. Met. 1894, Junihft.

Starke Nebel treten am häufigsten auf im Winter bei der SE-Lage, ähnlich im Frühjahr und Sommer, in welchen Jahreszeiten auch nördliche Lagen zur Geltung kommen, und im Herbst bei der E-Lage. Die schwachen Nebel sind sehr regelmässig über das ganze Jahr vertheilt.

Die Niederschlagshäufigkeit im Hochdruckgebiete war für alle Lagen der Maxima folgende (in Procenten):

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
überhaupt	47	50	61	58	53
stärkere Niederschläge . . .	6	13	15	8	10
schwächere Niederschläge . .	41	37	46	50	43

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, wie immer die Niederschlagshäufigkeit überhaupt im Winter am geringsten ist, nach dem Frühjahr und Sommer bis zu einem Maximum zunimmt und nach dem Herbst und Winter hin wieder abnimmt. Dieses gilt auch für die stärkeren Niederschläge; die schwächeren Niederschläge haben in Bezug auf ihre Häufigkeit ein Minimum im Frühjahr, steigen gegen Sommer und Herbst und nehmen dann gegen den Winter und Frühling hin wieder ab.

Wenn wir hierbei auf die einzelnen Lagen des Kernes des Maximums Rücksicht nehmen, so erhalten wir im allgemeinen die grösste Regenwahrscheinlichkeit, wenn der höchste Luftdruck im Südwesten liegt, die geringste, wenn derselbe eine nördliche bis östliche Lage hat. Im Winter und Frühjahr kommen die westlichen Lagen sehr zur Geltung. Die stärksten Regen fallen bei der südlichen und südwestlichen Lage.

Der bedeutende Einfluss der Wechsel der Jahreszeiten spricht sich ganz deutlich in den die Erkrankungs- und Sterblichkeitsverhältnisse wiedergebenden Zahlen aus, wie wir unten noch des Näheren zeigen werden. Verfolgen wir nun den Gang der Jahreszeiten, so ergeben sich verschiedene Witterungscharaktere, welche im Durchschnitte langsam in einander übergehen, aber in den einzelnen Jahrgängen häufige und starke Sprünge aufweisen, welche in hygienischer Beziehung besonders wichtig sind.

Die Witterungserscheinungen unserer Gegenden knüpfen sich innig an die Luftdruckvertheilung und deren Aenderung. Um nun die Vertheilung des Luftdruckes in ihrem jährlichen Gange deutlicher übersehen zu können, stellen wir in folgender kleinen Tabelle die Luftdruckunterschiede nach den acht Hauptrichtungen der Windrose für je 20 Aequatorialgrade oder 2226 km zusammen (nach Hann):

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
N—S . .	—**3,4**	— 2,0	—2,3	—0,8	—0,5	—**0,3**	—1,3	—1,7	—1,1	—2,5	—2,5	—1,7
NW—SE .	—7,4	—**10,1**	—6,4	—3,4	—1,5	—**0,2**	—0,5	—0,3	—1,2	—4,2	—7,4	—4,8
W—E . .	—2,0	— 2,6	—1,4	—0,5	0,4	1,0	2,7	**3,1**	1,4	—1,0	—**4,7**	—3,0
SW—NE .	1,7	0,8	1,6	1,7	1,8	1,4	3,1	**3,4**	2,1	0,8	—**0,7**	0,0

Hier bedeuten N: Petersburg, Upsala, Christiania; S: Athen, Korfu, Palermo, NW: Culloden, Thorshavn; SE: Odessa, Konstantinopel; W: Paris; E: Czernowitz; SW: St. Martin, Lissabon; NE: Warschau, Lemberg.

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass der Luftdruckunterschied zwischen Nord und Süd in den Herbst- und Wintermonaten, namentlich im December, am bedeutendsten ist, dagegen am geringsten in den Frühlingsmonaten, während der Sommer in der Mitte liegt. Dasselbe gilt für die Luftdruckunterschiede von Südost nach Nordwest, nur sind diese noch erheblich verschärft. Von Ost nach West nimmt der Luftdruck nur in den Herbst- und Wintermonaten ab, dagegen zu von April bis August. Im Nordosten ist der mittlere Luftdruck während des ganzen Jahres, ausser im October, höher als im Südwest. Den ersteren der beiden Fälle entsprechen im allgemeinen oceanische, den beiden letzteren kontinentale Winde, mit den ihnen eigenthümlichen Witterungserscheinungen, welche wieder je nach der Jahreszeit verschieden sind.

Im Winter ist der Luftdruck im Nordwesten im Mittel am niedrigsten, nimmt nach Südost hin stetig zu und erreicht in der Alpengegend seinen höchsten Werth. Dem nach Nordosten abnehmenden Luftdrucke entsprechen südwestliche und westliche, also oceanische Winde, welche im breiten Strome bis zu den Alpen hin ganz Westeuropa überfluthen und die um so stärker wehen, je grösser die Luftdruckunterschiede zwischen Südost und Nordwest sind. Windiges, ja stürmisches Wetter wird also im Winter die Regel sein. Aber diese Winde haben ihren Ursprung auf dem Ocean in südlicheren Breiten, und daher sind unsere Winter in der Regel mild, trübe und feucht, im Gegensatz zu den strengen Wintern der östlicher gelegenen Gegenden. Den Grund zu dieser mittleren Druckvertheilung geben die zahlreichen barometrischen Depressionen, welche in dieser Jahreszeit über Nordeuropa in östlicher und nordöstlicher Richtung vorbeiziehen. Oft folgen sich diese Depressionen wochen-, ja monatelang in ununterbrochener Reihe, so dass die Witterungserscheinungen, die der Rückseite der Depressionen eigenthümlich sind, nicht zur Entwickelung gelangen können, und dann geniessen unsere Breiten einen andauernd milden Winter. Indessen sind die Fälle nicht selten, dass der hohe Luft-

druck, welcher jahraus jahrein am Wendekreise des nördlichen Atlantischen Oceans lagert, sich nordwärts nach den britischen Inseln ausbreitet; es kommen dann westliche und nordwestliche Winde zur Geltung, welche, höheren Breiten entstammend, für unsere Gegenden böiges, nasskaltes Wetter bringen, einen Witterungsumschlag, welcher meist nur von rasch vorübergehenden Schwankungen der meteorologischen Elemente begleitet ist. Die bedeutendsten Witterungsumschläge aber und die für unsere Gesundheitszustände bedeutsamsten sind diejenigen, welche sich vollziehen, wenn ein Hochdruckgebiet über Nordeuropa sich ausbildet, wobei der Luftdruck im Süden verhältnissmässig niedrig ist. Dann entwickeln sich östliche und nordöstliche Winde, welche dem inneren oder dem nördlichen Russland entstammen und die eisig kalte Luft aus jenen Gegenden uns zuführen. Ist ein solcher Zustand strenger Kälte einmal eingeleitet, so kommen noch andere Umstände hinzu, diese Kälte zu erhalten und noch intensiver zu gestalten, so insbesondere das Vorhandensein einer Schneedecke und die Wirkung der Ausstrahlung. Bei allen unseren strengen Wintern treten zwei zusammenwirkende und sich unterstützende Umstände zusammen, nämlich der Lufttransport und die Ausstrahlung. Der Uebergang von einer milden Witterungsepoche in eine solche mit strenger Kälte tritt nicht selten ausserordentlich schroff auf, so dass manchmal an einem Tage Temperaturschwankungen von 20° und noch mehr auftreten, Schwankungen, welche für die Gesundheit unter Umständen verderblich sein können [1]).

Im März ist der Luftdruckunterschied zwischen Nordwest und Südost noch erheblich, und daher ist das Vorwalten der milden oceanischen Luftströmung noch Regel, aber im April verschwindet dieser Unterschied ganz, und es macht sich eine geringe mittlere Luftdruckabnahme von Südwest nach Nordost bemerklich. Bei mehr gleichmässiger Luftdruckvertheilung hat sich das barometrische Maximum von der Alpengegend nach dem Mainthal verlegt. Geringe Aenderungen in der Luftdruckvertheilung genügen schon, eine eingreifende Aenderung in Wind und Wetter herbeizuführen, und daher die im allgemeinen veränderliche und unbeständige Witterung in diesen Frühlingsmonaten, namentlich im April, obgleich diese durch die Mittelwerthe verdeckt wird. Nördliche Winde treten

---

[1]) Wintertypen (nach Teisserenc de Bort) finden sich in: van Bebber, Lehrbuch der Meteorologie, Enke, Stuttgart, S. 319 ff.

häufiger auf, und daher die Spätfröste und Kälterückfälle bis zu Ende des Monats Mai. Die Schwankungen der Temperatur finden in einer solchen Lage statt, bei welcher die Aenderungen in unseren Gewohnheiten, in unserer Kleidung und Wohnungseinrichtung in Frage kommen, so dass hier leicht Fehler vorkommen können, welche möglicher Weise von schlimmen Folgen begleitet sind.

In den Sommermonaten hat sich das Hochdruckgebiet über dem Atlantischen Ocean nach Norden hin ausgebreitet. Oceanische Winde aus Nordwest und West kommen zur Herrschaft, welche vermöge ihres Ursprungs veränderliches, feuchtes und kühles Wetter bringen: es ist die normale Sommerregenzeit unserer Gegenden. Am nördlichen Rande des Hochdrucksgebietes gleiten kleinere, oft unscheinbare atmosphärische Wirbel oder Ausbuchtungen der Isobaren (Theildepressionen) vorbei, und diese sind es, welche die Gewitter und die mitunter heftigen Regenfälle bringen. Hinter dem Gewitter wird der hohe Luftdruck immer wieder ausgeglichen. Immerhin aber kommen öfters Fälle vor, in welchen sich die Luftdruckvertheilung in der Weise ändert, dass der Kern des Hochdruckgebietes im Osten von uns liegt, so dass hierdurch kontinentale Winde hervorgerufen werden, welche die hoch temperirte Luft des Südens uns zuführen und so das Zustandekommen einer heissen Witterungsepoche begünstigen, wobei stille, heitere Witterung die Wärme bis zu ausserordentlich hohen Graden steigern kann. Auch hier wirken zwei Umstände zur Entwickelung und Erhaltung der Hitze bei, nämlich der Lufttransport und die Wirkung der Sonnenstrahlung.

Im Herbst nimmt die Luftdruckvertheilung nach und nach wieder einen winterlichen Charakter an. Der Abfall des Luftdruckes nach Nord und Nordwest wird wieder bedeutend, und so kommen die oceanischen Winde mit dem ihnen eigenen Witterungscharakter wieder zur vollen Geltung. Auch jetzt sind Witterungsumschläge nicht selten, aber immerhin nicht so häufig und so schroff, als in den Frühlingsmonaten. Im Spätherbst, wenn die ersten Fröste sich einstellen, kommt es wieder zu den kritischen Schwankungen der Temperatur, bei denen in gesundheitlicher Beziehung ganz besondere Vorsicht erforderlich ist.

Die Erkrankungs- und Sterblichkeitsverhältnisse in den einzelnen Jahreszeiten werden wir unten noch ausführlicher besprechen. —

VIII. Das Klima[1]).

Das Klima ist die Gesammtheit der Witterungserscheinungen, welche für die organische Welt, insbesondere aber für den Menschen wichtig sind und welche in jedem Jahre durchschnittlich in mehr oder weniger derselben Weise wiederkehren. Das Wetter oder die Witterung ist nur ein einzelner Vorgang, oder eine Phase aus den aufeinander folgenden Erscheinungen, welche zusammen das Klima ausmachen. Die einzelnen klimatischen Faktoren haben wir mit Berücksichtigung ihrer hygienischen Bedeutung im Vorhergehenden bereits besprochen; es bleibt uns hier nur noch übrig, die verschiedenen Klimagebiete unserer Erde in grossen Zügen zu betrachten.

Die regelmässige Vertheilung der Klimate, vom Aequator nach den Polen, also nach der geographischen Breite geordnet, wie sie bei einer völlig homogenen Erdoberfläche existiren würden, werden durch die ungleiche Vertheilung von Wasser und Land, sowie durch die Gebirge in der mannigfachsten Weise modificirt, so dass wir hiernach hauptsächlich drei Klimagruppen unterscheiden können, nämlich das Land- und Seeklima und das Gebirgsklima; diese wollen wir hier zunächst besprechen.

Das Land- und Seeklima.

Die Wasseroberfläche des Oceans und damit auch die unteren Luftschichten werden viel langsamer durch die Sonnenstrahlung erwärmt, geben aber diese Wärme viel langsamer ab als die Kontinente. Dabei wird ein grosser Theil der dem Ocean zugeführten Wärmestrahlen zur Bildung von Wasserdampf verbraucht, welcher, in die Luft übergeführt, nachher bei der Condensation seine Wärme wieder frei giebt, wodurch die Temperatur der oberen Luftschichten in hohem Maasse gehoben wird. Während zur Sommerzeit und am Tage das Festland viel kräftiger erwärmt wird, als das Meer, kühlt sich im Winter und bei Nacht das Festland

---

[1]) Als hervorragende einschlägige Werke empfehlen wir: Hann, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart (Engelhorn) 1883, und Woeikof, Die Klimate der Erde, Jena (Costenoble) 1887. Insbesondere das erstere wurde bei dieser Darstellung wiederholt benutzt.

ungleich kräftiger ab, als der Ocean. Diese Gegensätze werden noch dadurch erhöht, dass die Bewölkung über dem Meere grösser ist, als über dem Kontinente, wodurch auf dem Meere sowohl die Einstrahlung als auch die Ausstrahlung abgeschwächt wird, wogegen diese Einflüsse auf dem Festlande gesteigert werden. Hiernach wird also das Seeklima, woran sich auch die anliegenden Küstengebiete betheiligen, sich auszeichnen durch grosse Gleichmässigkeit der Temperatur sowohl in der täglichen, als auch in der jährlichen Periode, dagegen wird das Kontinentalklima grössere tägliche und jährliche Wärmeschwankungen nachweisen, und zwar sind diese Gegensätze um so grösser, je mehr oceanisch oder kontinental die betreffende Gegend gelegen ist (vergl. S. 78 ff.).

Die Luft über den Meeren wird durch die ununterbrochen vor sich gehende Verdunstung beständig mit hohem Wasserdampfgehalt beladen und bildet so die Hauptquelle der Luftfeuchtigkeit, welche durch die Luftströmungen den Kontinenten zugeführt wird. Daher, und auch wegen der gelegentlichen Verdichtung des Wasserdampfes zu Niederschlag, nimmt auch der Wasserdampfgehalt der Luft mit der Entfernung vom Meere ab und ist sein Eindringen in den Kontinent abhängig von den herrschenden Winden sowie von der An- oder Abwesenheit der die Luftströmungen hemmenden Gebirge. Indessen finden wir im Inneren der grossen Kontinente, ja selbst in den Wüsten niedriger Breiten immerhin noch einen grösseren Wasserdampfgehalt der Luft, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, wenn auch die relative Feuchtigkeit der Luft ausserordentlich gering, also das Sättigungsdeficit sehr gross ist. Im Winter ist in unseren und in höheren Breiten wegen der grossen Kälte die Luft in den Kontinenten allerdings zwar sehr wasserdampfarm, aber ihre Temperatur liegt meist dem Sättigungspunkte nahe, so dass sie unserem Gefühle als feucht erscheint.

Dem Gegensatze in den Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft im See- und Kontinentalklima entspricht auch ein Gegensatz in der Bewölkung, indem auf dem Meere und in der Meeresnähe die Bewölkung sehr gross und im Inneren der Kontinente verhältnissmässig gering ist. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Häufigkeit und der Menge der Niederschläge, wobei indessen die orographischen Verhältnisse der einzelnen Gegenden ausserordentlich modificirend einwirken.

Die ungleiche Erwärmung der Meere und der Kontinente hat einen klimatisch und hygienisch bedeutsamen Einfluss auf die vor-

herrschenden Winde und den Wechsel der Winde bei Tag und Nacht und in den Jahreszeiten. Ueber dem erwärmten Lande dehnt sich am Morgen die Luft nach der Höhe hin aus und fliesst in der Höhe nach dem Meere hin ab, wodurch der Luftdruck über dem Meere steigt. Daher beginnt an der Erdoberfläche eine vom Meere nach dem Lande gerichtete Luftströmung, oder die Seebrise. Wenn nun bei Nacht das Land rascher erkaltet, als das Meer, sinkt in der Höhe der Luftdruck, und daher ein Zufluss der wärmeren Luft in der Höhe nach dem Lande, eine Zunahme des Luftdruckes an der Erdoberfläche und eine Luftströmung unten nach dem Meere hin, oder der Landwind.

Diesem täglichen Wechsel der Land- und Seewinde, welcher in unseren Gegenden kaum merkbar ist, steht ein Wechsel von Land- und Seewinden gegenüber, welcher sich in grossartigem Maassstabe beim Wechsel der Jahreszeiten vollzieht. Solche mit der Jahreszeit wechselnde Winde, Monsune genannt, welche wir schon oben (S. 205 ff.) erwähnten, sind jedem Kontinent eigen und haben ihre Ursachen in der mit den Jahreszeiten wechselnden Druckvertheilung. Im Winter bildet sich in mittleren und höheren Breiten, in Folge der kräftigen Erkaltung und des Zuflusses der Luft in der Höhe von allen Seiten her, auf den Kontinenten ein Hochdruckgebiet, während der Luftdruck auf den Meeren verhältnissmässig niedrig ist; umgekehrt nimmt nach dem Sommer hin, in Folge der starken Erwärmung und des Abfliessens der Luftmassen in der Höhe, der Luftdruck über den Kontinenten ab, während er auf dem Meere steigt. Daher im Winter unten an der Erdoberfläche ein Abfluss und im Sommer ein Zufluss der Luftmassen über den Kontinenten. Hierdurch werden die herrschenden Winde über den Kontinenten und in ihrer Umgebung erklärlich, und zwar im Winter (N-Hemisphäre) an den Ostküsten kalte dampfarme Landwinde, welche den kältesten Gegenden der Erde entstammen, an den Westküsten südwestliche Winde, welche, mit Wärme und Wasserdampf beladen, weithin in den Kontinent vordringen und so die Strenge des Winters mildern. Im Sommer dagegen liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, an den Ostküsten feuchte Seewinde mit abkühlender Wirkung auf die Sommerhitze, an den Westküsten eine Drehung der Winde nach West und Nordwest, also wiederum Seewinde, aber aus höheren Breiten, mit Trübung und Abkühlung. Der Temperaturunterschied zwischen dem Meere und dem Festland ist aber im Winter bedeutend grösser als im Sommer, und daher sind auch die

Druckunterschiede in der ersteren Jahreszeit viel grösser als in der letzteren, folglich im Winter viel stärkere Luftbewegung und grössere Häufigkeit stürmischer Witterung, wogegen die ruhige Witterung des Sommers nur zuweilen durch die Gewittererscheinungen (Gewitterböen) unterbrochen wird. Wir verweisen hier auf die oben (S. 244) angeführten Zusammenstellungen, welche das eben Gesagte in vollem Maasse bestätigen. Der Einfluss der Winde und ihrer Aenderungen beim Uebergang von der kälteren zur wärmeren Jahreszeit auf die Temperatur und Witterung überhaupt ist in diesen Zusammenstellungen ganz deutlich ausgesprochen und bedarf keiner weiteren Erklärung.

Solche Monsunwinde kommen in jedem Kontinente, selbst in kleineren Halbinseln vor, aber gewöhnlich werden nur die ausgedehnteren und gewaltig auftretenden Winde dieser Art, wie beispielsweise in Süd- und Ostasien, mit dem Ausdrucke Monsune bezeichnet.

Von entschiedenem Einfluss auf das Klima der verschiedenen Gegenden sind die durch die vorherrschenden Winde verursachten Meeresströmungen, indessen wollen wir darauf verzichten, eine nähere Besprechung derselben zu geben, weil dieses unseren Zwecken doch zu ferne steht. Indessen wollen wir hier nicht unterlassen, auf die hohe Bedeutung des Golfstromes für unsere Witterungserscheinungen aufmerksam zu machen. Die Küstengebiete des nordwestlichen Europas liegen sozusagen in einem Warmwasserbecken, und zwar in allen Jahreszeiten, so dass hier extrem niedrige und auch (wegen der starken Bewölkung und des Lufttransportes) extrem hohe Temperaturen (äusserst seltene Fälle ausgenommen) nicht aufkommen können. Feuchte Luft, starke Bewölkung, gemässigte Sommer und milde Winter sind die Hauptwirkungen des Golfstromes, welche in der Meeresnähe scharf markirt hervortreten, aber landeinwärts nach und nach verwischt werden. Wie sehr die Gebirge diese Wirkungen beeinflussen können, zeigen deutlich die klimatischen Verhältnisse Skandinaviens, wo an den Westküsten ausgesprochen maritime Zustände herrschen, welche an der Ostseite des Gebirgszuges fast unvermittelt in kontinentale übergehen (vergl. S. 120, 123). — Beiläufig bemerken wir an dieser Stelle, dass dem Golfstrome zuweilen, in der Regel bei aussergewöhnlichen Witterungserscheinungen, Wirkungen auf unser Wetter zur Last gelegt werden, welche er gar nicht hat. Solche Behauptungen sind mit grosser Vorsicht aufzunehmen, wenn sie auch mit der unverfrorensten Bestimmtheit ausgesprochen werden.

Das Höhenklima.

Das Gebirge ändert das Klima der umgebenden Niederung in allen Zonen der Erde in hervorragender Weise und zwar nach einer bestimmten Richtung hin, so dass alle Gebirge unseres Erdballs gemeinsame klimatische Eigenartigkeiten aufweisen. Diese Eigenartigkeiten sind hauptsächlich: Abnahme des Luftdrucks, der Temperatur und der Dampfmenge der Luft mit der Erhebung, kräftigere Sonnenstrahlung und Ausstrahlung, und dementsprechend grössere Schwankungen der Bodenwärme, und im allgemeinen grössere Häufigkeit des Regenfalls und grössere Niederschlagsmenge (bis zu einer gewissen Höhengrenze).

Der Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe und seiner hygienischen Bedeutung haben wir bereits oben gedacht. Wir bemerken hier nur noch, dass die Luftdruckschwankungen mit der Höhe abnehmen, und dass der Luftdruck in grösseren Höhen im Mittel im Winter niedriger ist, als im Sommer; es ist das letztere eine Wirkung der Temperaturverhältnisse der unteren Luftschichten unserer Atmosphäre. Eine Folge der Verdünnung der Luft in der Höhe ist die stärkere Sonnenstrahlung mit zunehmender Höhe, wozu noch kommt, dass der Wasserdampf mit der Höhe rascher abnimmt als der Luftdruck, wodurch die Absorption der Sonnenstrahlen vermindert wird. Andererseits aber nimmt auch die Ausstrahlung ebenso zu. Hieraus ergiebt sich eine grössere tägliche Schwankung der Bodenwärme, als in der Niederung. Dabei ist die Lage der Abdachungen der Gebirge von grosser Bedeutung für die Sonnenstrahlung; auf unserer Hemisphäre ist der Betrag derselben an den Südabhängen bedeutend grösser, als an den Nordabhängen, um so mehr, als auch die Dauer der Bestrahlung grösser ist, als dort.

Obwohl die Wirkung der Sonnenstrahlen in der Höhe bedeutend grösser ist, als in der Niederung, so nimmt die Luftwärme mit der Höhe durchschnittlich um 0,5 bis 0,7° für je 100 m Erhebung ab; im Sommer erfolgt diese Wärmeabnahme rascher als im Winter. Indessen erleidet diese Regel mannigfache Ausnahmen, namentlich an stillen heiteren Tagen, wenn ein barometrisches Maximum das Gebirge überdeckt, am ausgeprägtesten aber zur Winterszeit, wenn die untersten Luftschichten stark abgekühlt sind: dann pflegt die Temperatur mit der Höhe nicht ab-, sondern zu-

zunehmen (vergl. oben S. 77). Dieser Umstand ist in hygienischer Beziehung deshalb von Wichtigkeit, weil hierdurch die Winterkälte an hochgelegenen Orten erheblich gemildert wird, so dass beispielsweise in Hochthälern bei heiterer Witterung, also bei voller Sonnenstrahlung, der Aufenthalt im Freien ermöglicht wird. In mittleren und höheren Breiten nimmt mit der Erhebung sowohl die jährliche als auch die tägliche Wärmeschwankung mit der Höhe ab; eine Thatsache, welche in hygienischer Beziehung von grosser Bedeutung ist (Winterkurorte).

Dass der Wasserdampfgehalt der Luft mit der Höhe rasch abnimmt, wurde schon oben bemerkt. Bei 2000 m Erhebung haben wir schon die Hälfte, bei 4000 m drei Viertel, bei 6000 m beinahe neun Zehntel der Wasserdampfmenge unter uns, während in der letzteren Höhe der Luftdruck erst auf die Hälfte herabgesunken ist. Daher können höhere Gebirge die Wasserdampfatmosphäre, wenn wir von einer solchen sprechen dürfen, zweier angrenzenden Gebiete so gut wie ganz von einander trennen, so dass sie ganz feuchte von ganz trockenen Gebieten scheiden.

Der aufsteigende Luftstrom verdichtet rasch den Wasserdampf zu Wolken und Niederschlag, während der absteigende Luftstrom durch Trockenheit ausgezeichnet ist. Diese beiden Ströme sind auf den höheren Gebirgen in raschem Wechsel begriffen, und daher erklärt sich auch der rasche Wechsel von völliger Sättigung der Luft mit extremer Trockenheit. — Hervorzuheben ist die starke Verdunstung auf den Gebirgshöhen, welche in der Verdünnung der Luft sowie in der häufig auftretenden extremen Trockenheit der Luft ihren Grund hat. Daher ist die Wasserabgabe durch die Haut eine sehr beträchtliche, so dass dieselbe spröde und das Durstgefühl gesteigert wird.

Die Bewölkung in den Gebirgen ist dadurch eigenthümlich, dass im allgemeinen die grösste Bewölkung in den Sommer, dagegen die geringste in den Winter fällt, also gerade umgekehrt, wie in den Niederungen unserer Breiten. In den Hochalpenthälern gesellt sich zu der geringen Bewölkung im Winter noch geringere Bewegung der Luft, so dass die Sonnenstrahlung zur vollen Geltung kommt, und diesem Umstande verdanken die Winterkurorte, welche den Aufenthalt in freier Luft auch zur Winterszeit ermöglichen, ihren Ruf.

Die Luft, welche an den Bergabhängen aufsteigt, wird durch die rasche Ausdehnung abgekühlt und so gezwungen, ihren Wasserdampf zu Niederschlag zu verdichten, und so bilden die Berge ge-

waltige Condensatoren für unsere Atmosphäre. Die Verdichtung des Wasserdampfes wird nach der Seite vorzugsweise erfolgen, welche den herrschenden Winden ausgesetzt ist, um so mehr, je näher die Luft dem Sättigungspunkte liegt. Daher haben die Gebirge gewöhnlich eine nasse und eine trockene Seite. In den Passatgebieten, welche durch Regenarmuth ausgezeichnet sind, ist die Ostseite der sich entgegenstellenden Gebirge die nasse Seite (der Passat wird dann zum Regenwind), dagegen in unseren Gegenden ist die Westseite, wegen der vorwaltenden westlichen und südwestlichen Winde, die regenreichste. Der Regenfall nimmt mit der Höhe zu, da aber die Luft beim Aufstieg immer mehr ihren Wasserdampf verliert, so ist einleuchtend, dass der Zunahme der Regenmenge von einer gewissen Grenze an eine Abnahme derselben mit der Höhe folgen muss. Diese Maximalzone dürfte in unseren Gebirgen 2000 m nicht überschreiten; im Winter liegt sie am niedrigsten, im Sommer rückt sie höher hinauf.

Die Gebirge haben theils ein eigenes Windsystem, theils beeinflussen sie die allgemeine Luftbewegung der untersten Luftschichten in mannigfacher Weise. Hervorzuheben sind in erster Linie die Berg- und Thalwinde, welche dann auftreten, wenn nicht heftigere Luftströmungen das ganze Gebiet beherrschen (siehe oben S. 210). Diese Winde wehen bei Tage thalaufwärts, bei Nacht thalabwärts mit mehr oder weniger grosser Regelmässigkeit und Stärke, je nach der Oertlichkeit und den Temperaturverhältnissen. Die in den Alpenthälern bekannte Wetterregel, dass eine Unterbrechung der Tag- und Nachtwinde einen Wetterumschlag zu bedeuten habe, hat insofern ihre Berechtigung, als dann die allgemeine, stärkere Luftströmung zum Durchbruche kommt, welche in der Regel Trübung und Regenwetter bringt. Der kalte Nachtwind folgt dem natürlichen Gefälle, während der Tagwind dem erwärmten Bergabhang zuströmt und so eine aufsteigende Bewegung erhält. Diese Winde haben für das Gebirgsklima eine hervorragende Bedeutung. In erster Linie bilden sie kräftige Ventilatoren und Luftreiniger für das Gebirge, und dann folgt aus dem Verhalten der auf- und absteigenden Luftströme eine tägliche Periode der Feuchtigkeit, der Bewölkung und der Niederschläge, indem diese im Laufe des Tages nach den Nachmittagsstunden hin zunehmen, wie auch die Häufigkeit der Gewitter, während in den ersten Morgenstunden (beim absteigenden Luftstrome) das Wetter am trockensten und heitersten zu sein pflegt (siehe S. 252).

Eine bekannte, vielen Gebirgen der gemässigten und kalten Zonen eigene Erscheinung ist der Föhn, ein warmer, trockener Fallwind, welcher speciell in unseren Alpen hauptsächlich zwischen Genf und Salzburg am meisten vorkommt (siehe oben S. 214). Gewöhnlich weht der Föhn aus Südwest bis Südost, je nach der Richtung der Thäler, aber auch am Südfusse der Alpen kommen Föhnwinde aus Nord und Nordost vor, eine Erscheinung, welche entschieden gegen die frühere Annahme, dass der Föhn der Sahara entstamme, spricht. Die Föhnerscheinungen lassen sich einfach aus dem Verhalten der absteigenden Luftströme erklären, welche dann entstehen, wenn an der Nord- oder Südseite des Gebirges Depressionen lagern, welche die über dem Gebirge lagernde Luft ansaugen und zum Abstieg bringen. Allerdings ist die Bora auch ein Fallwind, wie der Föhn, und in der That findet auch hier beim Abstieg eine Erwärmung der Luftmassen statt, aber hier sind die Temperaturunterschiede so bedeutend, dass diese Erwärmung nicht hinreicht, die Temperatur der herabstürzenden Luftmassen auf die der Niederung oder gar über dieselbe zu erhöhen.

So drückend und abspannend der Föhn auch auf die Stimmung des Menschen wirkt, so willkommen ist derselbe den Gebirgsbewohnern, insbesondere im Frühjahr, da er die mächtigen Schnee- und Eismassen der Gebirge rasch zusammenschmilzt und fast mit einem Schlag das Landschaftsbild umwandelt.

Aus den vorstehenden Erörterungen ergiebt sich von selbst die hygienische Bedeutung des See-, Land- und Höhenklimas; weiter unten werden wir noch gelegentlich hierauf zurückkommen.

Der Wald und seine hygienische Bedeutung.

Eine Vegetationsdecke, sei es Wald, Gebüsch oder Wiese, muss auf die Wärme und Feuchtigkeit der aufliegenden Luftschichten einen mehr oder weniger grossen Einfluss ausüben, weil sie die Strahlung zum und vom Erdboden abhält, weil ihre Wärmecapacität grösser ist als die des Bodens und weil zur Verdunstung des den Pflanzentheilen anhaftenden Wassers eine grosse Wärmemenge gebraucht wird. Durch die Vegetationsdecke wird also während der Vegetationsperiode in der dem Boden unmittelbar anliegenden Luftschicht die Temperatur etwas erniedrigt und die Feuchtigkeit etwas vermehrt werden müssen. Wiesen sind ins-

besondere wegen der starken Verdunstung am Tage kühler als nackter Boden, häufig auch während der Nacht, so dass über der Wiesenfläche, hauptsächlich wegen Abschwächung des Temperaturmaximums, die täglichen Wärmeschwankungen während der Vegetationsperiode geringer sein müssen, als über dem vegetationslosen Erdboden. Allerdings wird dieser Unterschied dadurch mehr oder weniger compensirt, als in Folge der ungleichen Erwärmung Luftströmungen entstehen müssen, welche, abgesehen von den allgemeinen Luftströmungen in der untersten Luftschicht, von der Grasfläche nach dem unbedeckten Boden gerichtet sind, wobei die obere Luft sich auf die Grasfläche herabsenkt, so dass also gewissermaassen ein Wärmeausgleich stattfindet.

Ausgebreitete Wälder äussern einen entschiedenen Einfluss auf die allgemeinen Witterungserscheinungen, indem sie dieselben bis zu einem gewissen Grade modificiren, so dass man jedenfalls von einem Waldklima sprechen kann. Indessen zeigt sich ein derartiger klimatischer Einfluss nur beim kontinentalen Klima ganz ausgesprochen, während ein solcher beim Seeklima oder einem diesem verwandten Klima kaum zu erkennen ist.

Von maassgebender Bedeutung ist dabei das Verhalten der Luft in den Kronen und insbesondere an deren äussere Oberfläche, nicht so sehr sind es die Zustände im Innern des Waldes.

Die Einstrahlung wird durch die Kronen vom Waldboden abgehalten, und daher ist der Waldboden im Durchschnitte kälter als der Boden des Freilandes, wie folgende Zusammenstellung nach Hornberger[1]) nachweist (— bedeutet Temperatur des Waldbodens niedriger, + höher, als die des Bodens im Freien):

	Oberfläche	in 0,3 m Tiefe	in 0,6 m Tiefe	in 0,9 m Tiefe	in 1 m Tiefe
A. Schweizer Beobachtungen (12 Jahre).					
Interlaken (50jähr. Lärchen)	— 2,34°	— 1,41°	— 0,77°	— 0,69°	— 0,94°
Bern (40jähr. Fichten)	— 2,15	— 2,53	— 2,77	— 3,04	— 2,84
Pruntrut (50—60jähr. Buchen)	— 2,40	— 1,50	— 1,39	— 1,51	— 1,54
B. Württembergische Beobachtungen 1883/84 (St. Johann, Fichtenwald).					
Frühling	— 2,0	— 1,4	— 1,6	— 1,4	— 1,1
Sommer	— 3,1	— 3,3	— 3,5	— 3,6	— 3,3
Herbst	— 0,8	— 1,1	— 1,6	— 1,8	— 2,0
Winter	0,0	+ 0,3	— 0,4	— 0,2	— 0,2
Jahresmittel	— 1,5	— 1,4	— 1,8	— 1,7	— 1,6

[1]) Vergl. Hornberger, Grundriss der Meteorol. u. Klimat. 1891, S. 193.

C. Bayerische Beobachtungen 1868/69.

	Oberfläche	in 0,3 m Tiefe	in 0,6 m Tiefe	in 0,9 m Tiefe	in 1 m Tiefe
Frühling	−2,54°	−2,02°	−2,00°	−1,71°	−1,48°
Sommer	−3,91	−4,16	−4,36	−4,03	−3,96
Herbst	−1,26	−1,30	−1,58	−1,82	−1,98
Winter	−0,26	+0,18	+0,10	−0,05	−0,18
Jahresmittel	−1,99	−1,82	−1,96	−1,90	−1,90

Im Frühjahr, Herbst, insbesondere aber im Sommer ist die Temperatur des Waldbodens erheblich niedriger als jene des Freilandes, im Winter ist der Unterschied sehr unbedeutend. Wie die Schweizer Beobachtungen zeigen, ist bei einem geschlossenen Fichtenbestande dieser Unterschied am grössten.

Am Abend und Morgens in der Frühe sind schwache Luftströmungen „aus dem Walde“ häufiger, als um die Mittagszeit, ein Umstand, welcher darauf hindeutet, dass die ersteren durch die über der Kronenoberfläche befindliche, an jenen Tageszeiten kühlere Luft gegenüber der Temperatur in den mit der Bestandeshöhe correspondirenden Freilandsluftschichten bewirkt sein können.

Gegenüber der bisher meist vertretenen Lehre, dass der Wald überhaupt abkühlend auf das umgebende Freiland wirke, zeigt Lorenz v. Liburnau[1]), dass die Wärmewirkung des Waldes unter geänderten Wald- und Freilandverhältnissen einem Wechsel unterworfen ist, und dass der Wald in derselben Weise auf die Temperatur seiner Umgebung wirkt, wie jede andere sich gleich stark erwärmende und in demselben Maasse während der Nacht ausstrahlende Kulturgattung als Modificator des Klimas zu betrachten ist, nur mit dem Unterschiede, dass die erwärmende oder abkühlende Oberfläche beim Walde um die Bestandeshöhe in vertikaler Richtung gegenüber dem Freilande verschoben ist. Hieraus geht hervor, dass der Wald nicht allein die Wärmeextreme der in seinem Wirkungskreise liegenden Freiländer abstumpfen, sondern unter Umständen auch erhöhen kann. So wirkt der Wald während der Nacht im allgemeinen nicht erwärmend, wie Hann bereits früher nachgewiesen hat, sondern gerade in dieser Tageszeit am meisten abkühlend, während die abkühlende Wirkung um die Mittagszeit verhältnissmässig gering ist.

Der Wald selbst ist in seinem Inneren während der Nacht wärmer, während des Tages kälter als seine Umgebung, so dass also die Extreme im Walde abgestumpft werden, wie die folgende

[1]) Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, XIII. Heft, Wien 1892.

Tabelle nach Hornberger zeigt (die Nacht im Wald war kälter [—] oder wärmer [+] als im Freien):

	An bayerischen Stationen				An der württ. Station St. Johann			
	Nachts Min.	8h a. m.	Mittags Max.	5h p. m.	Nachts Min.	7 resp. 9h a. m.	Mittags Max.	4 resp. 6h p. m.
Frühling . . .	+ 0,50°	— 1,22°	— 1,61°	— 1,33°	+ 0,40°	— 0,80°	— 2,70°	— 1,00°
Sommer . . .	+ 1,90	— 2,00	— 3,95	— 2,12	+ 1,60	— 1,80	— 4,30	— 1,70
Herbst	+ 2,38	— 0,50	— 1,53	— 0,79	+ 0,50	— 0,60	— 2,90	— 0,40
Winter	+ 1,17	+ 0,51	— 0,69	— 0,61	— 0,10	— 0,20	— 1,50	— 0,50
Jahr	+ 1,49	— 0,80	— 1,21	— 1,21	+ 0,60	— 0,85	— 2,85	— 0,90

„Bei Tage macht sich die beschattende und wärmebindende Wirkung der Kronen bemerkbar durch die langsamere Steigerung der Temperatur im Walde gegenüber dem freien Felde, und zwar bis Mittag in zunehmendem und gegen Abend wieder in abnehmendem Maasse, im Sommer am stärksten, im Winter, wo die tägliche Temperaturänderung überhaupt gering ist, am schwächsten.“ Die höchste Julitemperatur der Luft ist nach der Statistik in Preussen in Buchenbeständen um 4,65°, in Fichtenbeständen um 2,56°, in Kiefernbeständen um 2,30° niedriger, dagegen die niedrigste Januartemperatur bezw. um 1,18°, 2,38° und 1,18° höher, als gleichzeitig im Freien.

Der Wald erhöht nach Lorenz v. Liburnau in geringem Maasse den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in seiner Umgebung und vertheilt so in günstiger Weise den Wasservorrath, den er durch Niederschläge erhalten, und zwar am meisten zu einer Zeit, in welcher andere Kulturgattungen sich in dieser Beziehung arm verhalten, die Luft wärmer, der Boden trocken ist.

Nach den Beobachtungen an 16 Stationen in Preussen, Braunschweig, Thüringen, Elsass-Lothringen (1884/85) war (nach Hornberger) die Feuchtigkeit der Luft im Walde grösser (+) oder kleiner (—) als im Freien:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
a) In 1,5 m Höhe.					
Relative Feuchtigkeit (%).					
In den Buchen-Beständen	+ 0,3	+ 8,7	+ 4,5	+ 1,5	+ 3,8
„ „ Fichten- „	+ 6,0	+ 7,2	+ 5,4	+ 3,2	+ 5,4
„ „ Kiefern- „	+ 2,8	+ 4,4	+ 4,4	+ 2,4	+ 3,5
Absolute Feuchtigkeit (mm).					
„ „ Buchen- „	— 0,20	— 0,05	0,00	+ 0,03	— 0,06
„ „ Fichten- „	— 0,02	— 0,04	+ 0,04	+ 0,02	0,00
„ „ Kiefern- „	+ 0,16	+ 0,16	+ 0,20	+ 0,06	+ 0,14
b) In der Baumkrone.					
Relative Feuchtigkeit (%).					
In den Buchen-Beständen	+ 0,3	+ 6,8	+ 3,5	+ 0,8	+ 2,8
„ „ Fichten- „	+ 2,2	+ 3,6	+ 2,4	+ 1,0	+ 2,3
„ „ Kiefern- „	+ 0,2	0,0	+ 2,2	+ 2,5	+ 1,3

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
	Absolute Feuchtigkeit (mm).				
In den Buchen-Beständen	— 0.15	+ 0,07	0,00	+ 0,03	— 0,01
„ „ Fichten- „	— 0,06	— 0,14	0,00	0,00	— 0,05
„ „ Kiefern- „	— 0,08	— 0,45	+ 0,10	+ 0,05	— 0,09

Also ist nach dieser Tabelle die relative Feuchtigkeit im Walde grösser als im Freien, am grössten im Sommer und Herbst und in den Buchenbeständen, welche in diesen Jahreszeiten belaubt sind. Andererseits zeigen die obigen geringen Unterschiede in der absoluten Feuchtigkeit kaum einen Unterschied in dem Gehalte der Dampfmenge im Wald und im Freien an.

Der Verdunstung im Walde wurde schon oben (S. 152) gedacht. Die Beobachtungen in Preussen ergaben im Jahresdurchschnitt folgende Procente derjenigen Wassermengen, welche im Walde gegenüber denjenigen im Freien von einer freien Wasserfläche verdunsteten, in:

Buchen-Beständen	Fichten-Beständen	Kiefern-Beständen	einer Kulturfläche
40,4 %	45,3 %	41,8 %	90,3 %

Durch das Vorhandensein einer Streudecke wird die Verdunstung noch weiter herabgedrückt (vergl. S. 152).

Eine Erhöhung der localen Niederschläge durch den Wald ist durch die Hemmung der Luftbewegung und durch die Stauung der Luftmassen, wodurch ein theilweises Aufsteigen derselben verursacht wird, wahrscheinlich, indem eine grössere Disposition für Niederschläge hierdurch bewirkt wird.

Auf Waldblössen und am Waldrande sind Thau- und Reifniederschläge häufiger, als auf freiem Felde, „ein Umstand, der insbesondere in Oertlichkeiten, wo Wald und landwirthschaftliche Kulturen in schmalen Streifen oder kleineren Beständen stetig wechseln, bei Thauniederschlägen zu Gunsten der bodenständigen Vegetation hervortreten wird, während er sich in hellen Nächten durch das frühere Entstehen von Reif auch nachtheilig an den holzleeren Stellen äussern kann (Lorenz v. Liburnau)."

Müttrich[1]) untersuchte die Niederschlagsverhältnisse im Provinzialforst Lintzel-Oerrel (Lüneburger Heide), welcher (3512280 ha gross) seit dem Jahre 1877 bis auf etwa 52 ha völlig aufgeforstet wurde, und fand folgende Werthe im Vergleich mit den Nachbarstationen:

---

[1]) Vergl. „Das Wetter" 1892, S. 48, 68, 90.

Ausgeglichene Werthe der Niederschläge in Millimeter.

	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
Lintzel	515	550	639	620	533	546	650	705	668
Bremen . . .	798	799	821	756	636	568	608	666	657
Hamburg . . .	644	651	681	650	571	580	706	781	—
Lüneburg . . .	561	575	619	589	512	530	625	—	—
Gardelage . . .	535	545	599	568	467	454	505	—	—

Für die Jahre 1882/88 erhalten die Niederschläge in Lintzel in Bezug auf das Mittel aus den Vergleichsstationen folgende Werthe:

1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
81,8 %	86,3 %	95,2 %	99,8 %	100,6 %	103,7 %	103,9 %

Diese Zahlen zeigen unzweifelhaft, dass in unseren Breiten dieselben Verhältnisse maassgebend sind, wie sie von Blanford für Indien nachgewiesen wurden, so dass also nicht allein in den heissen Ländern wie Indien, sondern auch in dem gemässigten Klima Deutschlands ein Einfluss des Waldes auf die atmosphärischen Niederschläge in der Weise stattfindet, dass die Grösse der Niederschläge mit zunehmender Bewaldung ebenfalls znnimmt.

Dass der Wald in seinem Verhalten eine hygienisch wichtige Rolle spielt, wird schon dadurch wahrscheinlich, dass derselbe als Luftkurort häufig von den Aerzten empfohlen wird, indessen sind die Ansichten über die sanitären Wirkungen des Waldes so verschieden und weit aus einander gehend, dass es sich wohl lohnt, diese Wirkungen etwas eingehender zu betrachten [1]) und möglichst auf das richtige Maass zurückzuführen.

Vielfach ist die Ansicht verbreitet, dass die Waldluft reicher an Sauerstoff sei als die Freiluft, indem ja die Pflanzen durch den Assimilationsprocess Sauerstoff abgeben, dagegen Kohlensäure aufnehmen. Indessen ist dieses nicht der Fall; die Luft befindet sich in beständiger Bewegung, so dass ein fortdauernder Austausch zwischen den Luftmassen stattfindet, insbesondere dann, wenn der Wind an den Baumkronen vorbeistreicht und eine saugende Wirkung auf die innere Waldluft ausübt. Nach den Untersuchungen von Ebermayer lagert ein Hektar Wald in den organischen Stoffen des Holzes und der Blätter rund ca. 3000 kg Kohlenstoff ab (1600 kg im Holz und 1400 kg in den Blättern). Der Bedarf an Kohlensäure während der Vegetationszeit (150 Tage) berechnet sich pro Hektar

[1]) Vergl. die treffliche Abhandlung von Ebermayer in Wollny's Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik (Bd. XIII, Heft 5), welche hier hauptsächlich benutzt wurde: „Hygienische Bedeutung der Waldluft und des Waldbodens“.

auf 10000 kg oder 5596 cbm Kohlensäure oder täglich 37,1 cbm. Dieser Bedarf wird ersetzt durch eben so viele Raumtheile Sauerstoff. Ein Wald, welcher eine Fläche von 1 ha umfasst und 20 m hoch ist, enthält etwa 200000 cbm Luft, welche mit der äusseren Luft in Verbindung steht, so dass ein beständiger Austausch stattfindet. Hieraus dürfte klar sein, dass von einer merkbaren Veränderung der Waldluft durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen wohl nicht die Rede sein kann. Nach Ebermayer verbraucht ferner ein erwachsener Mensch durch Athmung in einem Jahre schon so viel Sauerstoff, als 3 a Wald produciren, und scheidet andererseits so viel Kohlensäure aus, als jene Waldfläche zur Holz- und Blattbildung braucht. Eine Haushaltung von 4 Personen führt der Luft durch Athmen, Kochen und Heizen alljährlich so viel Kohlensäure zu, als 1 ha Wald zur Jahresproduction bedarf, gebraucht aber sämmtlichen von dieser Waldfläche abgegebenen Sauerstoff. Schon eine grössere Schafheerde verschlechtert die Waldluft mehr, als diese durch 1 ha Wald gebessert wird. Hieraus ist ersichtlich, dass kleinere Waldungen und Anpflanzungen in der Nähe und im Innern der Städte die chemische Zusammensetzung der Luft in keinerlei Weise abändern.

Andererseits ist hygienisch bedeutsam die Reinheit der Waldluft, wie sie schon durch die fast stetige Anwesenheit des Ozons angedeutet wird. Sie ist frei von schädlichen Gasen, von Rauch und Russ, von Strassenstaub, welche in der Stadt dem Menschen so lästig und bei andauernder Einathmung gesundheitsschädlich sind; auch an Mikroorganismen ist die Waldluft viel ärmer als die Stadtluft. Indem der Wald mit seinen zahlreichen Aesten und Blättern auf die bewegte Luft filtrirend wirkt, hält er die von aussen zugeführten Staubtheilchen und Mikroorganismen zurück, begünstigt also die Reinhaltung der Luft in seiner Umgebung.

Besonders erfrischend und wohlthuend ist in unseren heissen Sommertagen die kühle Waldluft, welche auch geringere Wärmeschwankungen aufweist als die Freilandluft (vergl. S. 257).

Ueber die Bedeutung des Ozons haben wir schon oben gesprochen (S. 45), weshalb wir hierauf verweisen.

Eine weitere Bedeutung hat der Wald dadurch, dass er die Luftbewegung in den untersten Luftschichten abschwächt, ohne die allgemeine Ventilation erheblich zu hemmen. An seiner West- und Südwestseite schützt er gegen die directe Einwirkung rauher Winde, ein Umstand, welcher bei Beurtheilung der Kurorte von Bedeutung ist.

Und dann sind die Eindrücke, welche der Wald mit seinem

domartigen Laubdach, mit seinen mannigfachen und oft wunderbaren Farbennüancen, mit dem wechselvollen Spiel von Schatten und Licht, mit seiner stillen Einsamkeit, die nur zuweilen durch das Rauschen der Baumkronen unterbrochen wird, auf ein empfängliches Gemüth ausübt, von wohlthuender, erquickender Wirkung, so dass es wohl möglich ist, dass hierdurch auf manche Gemüthskrankheit bei ihrer Entstehung ein heilsamer Einfluss ausgeübt wurde.

In richtiger Würdigung der wohlthätigen Wirkungen der Waldesluft sind an einigen grösseren Luftkurorten offene Wohnungen und Schlafstellen im Walde oder am Waldessaume eingerichtet worden.

Die hygienische Bedeutung des Waldes liegt nicht allein in dem Verhalten der Waldluft, sondern auch in der Eigenart des Waldbodens, und auch nach dieser Richtung hin hat Ebermayer eine befriedigende wissenschaftliche Grundlage geschaffen. Es handelt sich hier insbesondere um die Bedingungen der Lebensfähigkeit, welche die pathogenen Mikroorganismen im Waldboden gegenüber den übrigen Bodenarten finden.

Als charakteristische Eigenschaften des Waldbodens führt Ebermayer an: verhältnissmässig geringe Feuchtigkeit in der Wurzelregion, schwächere und seltenere Benetzung der Bodenoberfläche, mässigere Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit, weniger schroffe Wechsel von Nässe und Trockenheit in den oberen Regionen, saure Beschaffenheit und schwere Zersetzbarkeit des sogenannten Rohhumus, verhältnissmässig geringer Gehalt des Waldhumus an Nährstoffen, niedrigere Temperatur des Waldbodens im Sommer. Alle diese Eigenschaften sind für die Entwickelung des pathogenen Mikroorganismus nicht sehr günstig, wohl aber für die der Schimmelpilze und saprophytischen Spaltpilze (Gährungs-, Verwesungspilze). Der Wald wirkt drainirend auf den Boden, indem die Wurzeln das überflüssige Wasser nach der Tiefe ableiten und ausserdem eine grosse Wassermenge dem Boden entziehen, so dass hierdurch der nasse Boden entsumpft und der Stand des Grundwassers tiefer verlegt werden kann (namentlich durch Fichten).

Ganz andere Eigenschaften zeigt nach Ebermayer der gedüngte Acker- und Gartenboden oder der mit thierischen Auswurfsstoffen stark verunreinigte Boden in der Umgebung der menschlichen Wohnungen: hohe Wärme der oberen Bodenschichten bei directer Sonnenstrahlung, leicht zersetzbare, nährstoffreiche organische Substanz, ihre schwache alkalische (oder neutrale) Reaction und ihre grössere chemische Thätigkeit, grössere Lockerheit des Bodens und dementsprechend rascherer Luftwechsel im Boden, oftmaliger Wechsel

von Nässe und Trockenheit, häufige Staubbildung bei bewegterer Luft — alles Eigenschaften, welche der Entwickelung der anspruchsvolleren pathogenen Bakterien Vorschub leisten, wobei der Verbreitung derselben in die Luft kein Hinderniss entgegengesetzt wird.

Hieraus ergiebt sich, dass der Waldboden weit mehr von pathogenen Mikroben frei ist, als der Freilandboden, und daher muss auch die Luft und namentlich das Grundwasser im Waldboden reiner sein als draussen. Daher die sanitäre Bedeutung der Baumanpflanzungen in den Städten, indem durch die Wurzeln dem Boden Wasser entzogen und eine Menge Zersetzungsproducte aus dem Boden weggeschafft wird. — Vielfach ist die Erfahrung gemacht worden, dass der Wald einen grossen Schutz gegen Ansteckungskrankheiten gewährt.

Klimazonen.

Bei der Besprechung der Temperatur und der Niederschläge haben wir die Erdoberfläche nach verschiedenen Gesichtspunkten in Zonen eingetheilt. Wenn wir hier im allgemeinen von Klimazonen sprechen, so dürfte es gestattet sein, die alte Eintheilung in drei Hauptzonen beizubehalten, ohne uns an ganz feste Grenzen zu halten. Hiernach unterscheiden wir eine heisse Zone zwischen den Wendekreisen, zwei gemässigte Zonen zwischen je einem Wendekreise und Polarkreise und zwei Polarzonen innerhalb der Polarkreise. Setzen wir den Flächeninhalt der ganzen Erdoberfläche gleich 100, so erhalten wir für die Tropenzone 40, die gemässigten je 26 und für die kalten bleiben nur noch je 4 Theile übrig. Da nun aber die Tropenzonen beider Halbkugeln als ein einziges Ganzes zu betrachten sind, so verhalten sich die Oberflächen dieser Zonen wie 10 : 6½ : 1.

1. Die Tropenzone.

Der Grundzug des Witterungscharakters zwischen den Wendekreisen ist die ausserordentliche Regelmässigkeit im Verlauf der Witterungserscheinungen. Die Schwankungen der Temperatur in der jährlichen Periode sind so äusserst gering, dass die Jahreszeiten so gut wie ganz verschwinden, weshalb man das Jahr nur noch nach Regen- und Trockenzeit, welch' erstere wegen ihrer etwas niedrigen Temperatur dem Winter und welch' letztere dem Sommer entspricht, und nach den vorherrschenden Winden eintheilt. Wetter

und Klima sind hier nahezu gleichbedeutende Ausdrücke, da eben die in unseren Gegenden sprüchwörtliche Launenhaftigkeit des Wetters fehlt. Nur selten und dann nur in gewissen Gegenden wird der regelmässige Verlauf der Witterung durch Wirbelstürme, häufiger aber durch Gewitterböen gestört. Die Grenzen, zwischen welchen sich die Temperatur im Laufe des Jahres bewegt, sind so benachbart, dass die Amplitude der jährlichen Periode die der täglichen kaum übertrifft; nur in der Nähe der Wendekreise nehmen die Jahresschwankungen stark zu, indem bei fast gleichen Maxima die Minima sich auf dem Festlande dem Gefrierpunkte nähern, so dass hier allmählich die Jahreszeiten in die Erscheinung treten (vergl. oben S. 85, Tabelle). Die hervorragende Eigenthümlichkeit des Tropenklimas ist die gleichmässige Vertheilung hoher Wärme über das ganze Jahr, verbunden mit grosser Luftfeuchtigkeit, so dass die Tropenhitze viel drückender empfunden wird, als selbst höhere Hitzegrade, wie sie in unserem Hochsommer vorkommen. Dabei wirken schon geringe Schwankungen der Temperatur aus Ursachen, die wir unten noch näher bezeichnen werden, in viel höherem Grade auf unser Gefühl als in höheren Breiten, so dass man in den Tropen nicht weniger friert, als in unseren Gegenden. Eine weitere Eigenthümlichkeit des Tropenklimas ist die kräftige Wirkung der Sonnenstrahlung, verbunden mit grosser Intensität des Lichtes. Ohne Lebensgefahr darf man mit unbedecktem Kopfe oder mit dichter, fest anliegender Kopfbedeckung sich nicht der directen Sonnenstrahlung aussetzen, indem dann in der Regel der Sonnenstich eintritt.

Die Lebensgewohnheiten der Tropenbewohner richten sich nicht nach den im Laufe des Jahres sich vollziehenden Temperaturänderungen, sondern nach den mehr oder weniger regelmässig wiederkehrenden Regen- und Trockenzeiten, ebenso wie alles organische Leben sich nach diesen gestaltet. Die Vertheilung der Tropenregen ist aus Obigem (S. 171) ersichtlich, worauf wir hier verweisen.

Auch die herrschenden Winde der Tropenzone haben wir schon oben S. 203 ausführlich besprochen. Nordöstliche Winde für die Nordhemisphäre und südöstliche für die Südhemisphäre, nur hier und dort durch Monsunwinde unterbrochen, sind den Tropen eigen. Im grossen Ganzen fallen die Grenzen der Passate mit der Jahresisotherme von 20° oder mit den Breitegraden von 30° zusammen, so dass sie noch etwas über die Wendekreise hinausgreifen. Das Passatgebiet umfasst nahezu die Hälfte der ganzen Erdoberfläche und spielt so in der Gesammtbewegung unserer Atmosphäre die wichtigste Rolle.

Bemerkenswerth ist auf den Inseln und in den Küstengegenden nicht allein der grosse Dampfgehalt der Luft, sondern auch die beständig hohe relative Feuchtigkeit neben der ununterbrochen hohen Wärme, und daher die ermattende und entnervende Wirkung auf den menschlichen Organismus, so dass hierdurch jede energische körperliche oder geistige Leistung gehemmt oder unmöglich gemacht wird. Im Inneren der Kontinente wechselt die relative Feuchtigkeit zwischen ausserordentlicher Trockenheit in der regenlosen Periode und völliger Sättigung zur Zeit der Regen. Dem entsprechend ist auch die Bewölkung. Wenn der Passat weht, ist das Wetter, trotz des hohen Dampfgehaltes der Luft, im allgemeinen heiter, wogegen zur Regenzeit, wenn der Passat gestört ist, dichte Wolken den Himmel fast ununterbrochen trüben. Die Bewölkung nimmt gegen den Aequator durchschnittlich zu und erreicht hier ein Maximum, so dass daselbst nur selten der dichte Wolkenschleier heiterem Himmel weicht. Das in Reiseberichten vielfach gepriesene tiefe Himmelsblau während der Trockenheit in den Kontinenten ist nicht dem Tropenhimmel eigen, vielmehr hat zu dieser Zeit der Himmel eine mehr weissliche Färbung und ist nicht selten durch die Verbrennungsproducte der Grasbrände (ähnlich wie beim Morrauch) getrübt, so dass hierdurch die Sichtigkeit beeinträchtigt wird.

2. Die gemässigten Zonen.

Im schroffen Gegensatz zu der tropischen Zone finden wir in den gemässigten Zonen die extremsten Temperaturverhältnisse, wie sie weder in den Tropen noch in den Polarzonen ihres Gleichen haben. Die Grenzen, zwischen welchen sich die Temperatur in diesem Klimagebiet bewegt, sind ausserordentlich weit aus einander gelegen. Während man in vielen Gegenden ausserhalb des Wendekreises in jedem Sommer durchschnittlich als höchste Temperatur über 45° erwarten kann (vergl. oben Karten Fig. 8 bis 10), muss man im nordöstlichen Asien in jedem Januar auf ein Temperaturminimum von durchschnittlich etwa — 60° sich gefasst machen. Gelegentlich sind diese Extreme noch grösser. Andererseits kommen in den zuerst genannten Gegenden Minima unter dem Gefrierpunkte in jedem Jahre durchschnittlich vor, während in den letzteren die Sommertemperaturen sich im Mittel über 30° erheben, in extremen Fällen noch höher, so dass wir es also hier mit Jahresschwankungen zu thun haben, welche bis zu rund 100° hinaufreichen. Ebenso ist in der gemässigten Zone die Veränderlichkeit und die Häufig-

keit der Temperaturwechsel am grössten. Da die südliche Hemisphäre ein mehr oceanisches Klima besitzt, so sind für diese auch die Grenzen viel enger, zwischen welchen sich die Temperatur bewegt, obgleich auch hier im Innern Südamerikas und Südaustraliens immerhin noch sehr bedeutende Schwankungen vorkommen.

Besonders wichtig für die Entwickelung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit und die Erhaltung der Lebensfrische ist in der gemässigten Zone der Wechsel zwischen einer kalten und warmen Jahreszeit, zwischen Sommer und Winter, mit ihren Uebergangsperioden Frühling und Herbst. Der Wechsel der Jahreszeiten ist ein Vorzug, welchen die gemässigten Zonen vor den kalten und der tropischen voraus haben, und der auf unser Wohlbefinden so ausserordentlich vortheilhafte Einwirkungen hat. Während in den Tropen bei dem Uebermaass gleichmässig vertheilter Wärme Körper und Geist entkräftet werden, herrscht in den Polarzonen bei dem andauernden Wärmemangel ohne Wechsel von Tag und Nacht öde Monotonie, welche auf das menschliche Gemüth niederdrückend wirken muss. Der Unterschied der Jahreszeiten tritt erst in den mittleren Breiten der gemässigten Zonen ganz scharf hervor; denn während in den südlichen gemässigten Gegenden der Uebergang vom Winter zum Sommer so spurlos erfolgt, dass er als solcher nicht wahrgenommen werden kann, erfolgt andererseits in den nördlichen Gegenden der gemässigten Zonen der Uebergang so plötzlich, dass von einem Frühjahr und Herbst wohl kaum die Rede sein kann. Der Sommer folgt dem Winter fast unmittelbar, ebenso der Winter dem Sommer (vergl. oben S. 86).

Wie die Tropen unter der Herrschaft der Ostwinde, so stehen die gemässigten Zonen unter derjenigen der Westwinde, und zwar in der Weise, dass diese entgegengesetzten Windgebiete durch eine Zone hohen Luftdrucks bei den Wendekreisen getrennt sind. In den unteren Luftschichten ist die westliche Luftströmung in Folge der Unterlage und der wechselnden Temperaturänderungen keineswegs beständig, aber die höheren Luftschichten, die bei weitem die grössere Luftmasse der Atmosphäre ausmachen, ziehen beständig aus westlicher Richtung, so dass die Gesammtbewegung der Luft in den gemässigten Zonen eine andauernd nach Ost gerichtete ist. Hiermit bewegen sich auch die atmosphärischen Wirbel und ebenso die Hochdruckgebiete, die mannigfachen Umwandlungen unserer Witterungserscheinungen bedingend. Durch die auf- und absteigenden Luftmassen wird eine beständige Mischung der Luft unter-

halten; auch werden die örtlichen Verunreinigungen der Luft weggetragen und durch mancherlei andere Ursachen aus der Atmosphäre fortgeschafft. Wegen der grossen Veränderlichkeit der Wärme und der dadurch bedingten Veränderlichkeit der unteren Luftströmungen sind auch die Niederschläge in Bezug auf Häufigkeit und Menge zeitlich und räumlich grossen Schwankungen unterworfen; nur im Gebiete der Mittelmeerländer zeigen sich ausgesprochene Winterregen und regenarme Sommer. Im übrigen haben die gemässigten Zonen Niederschläge in allen Jahreszeiten, nur sind die Häufigkeit und Menge je nach der Lage verschieden.

Es sei noch bemerkt, dass die Luftbewegung auf der südlichen Hemisphäre im allgemeinen lebhafter und der Richtung nach beständiger ist, als auf der nördlichen. Die kühle Seeluft, welche über die erwärmten Landflächen der Südhemisphäre hinstreicht, ist trockener, als unter gleichen Breiten der Nordhemisphäre.

3. Die Polarzonen.

In der Umgebung der Pole wird der Tag zum Jahre, oder die tägliche Periode geht in die jährliche über. Die Polarnacht des Winters dauert, je nach der Breite, kürzere oder längere Zeit, während im Sommer die Sonnenstrahlen unter sehr spitzem Winkel die Erdoberfläche treffen. Da die durch Sonnenstrahlung der Erdoberfläche zugeführte Wärme hauptsächlich zur Schnee- und Eisschmelze gebraucht wird, so stehen lange kalte Winter kurzen kühlen Sommern gegenüber, so dass das Gesammtausmaas der Wärme äusserst gering ist und die mittleren Jahrestemperaturen die niedrigsten sind, welche auf der Erde überhaupt beobachtet werden, wenn auch die extrem niedrigsten Temperaturen wenigstens auf der Nordhemisphäre ganz nahe an dem Polarkreise liegen (vergl. S. 122). Der Winter verschiebt sich weit in das Frühjahr hinein, so dass gewöhnlich der März oder gar der April die tiefsten Temperaturen bringt. Gegen den Sommer hin erhebt sich rasch die Temperatur und erreicht im Juli ihr Maximum, um gegen den Herbst und Winter wieder mehr oder weniger rasch herabzusinken. Die tägliche Wärmeschwankung erreicht in den Wintermonaten kaum 1° (Dämmerung der Wärme nach Dove) und übersteigt in den Frühlingsmonaten nach Wiederkehr der Sonne kaum 5°.

Während des Polarwinters ist die Luft meist ausserordentlich dampfarm, und auch die relative Feuchtigkeit ist gering, daher auch geringe Bewölkung, verbunden mit geringen Niederschlagsmengen und geringer Niederschlagshäufigkeit. In der Luft befinden sich stets

feine, kaum sichtbare Eisnadeln, welche sich nach und nach an der Erdoberfläche ablagern.

Die Monotonie der langen Polarnacht wird gemildert durch die verlängerte Dämmerung, zum Theil auch durch das öftere Erscheinen der Polarlichter und durch besonders klaren Mondschein.

Hygiene der Klimate.

Die Wirkungen des Klimas auf den menschlichen Organismus sind so tiefgreifend, dass sie den Menschen bis zu einem gewissen Grade körperlich und geistig umbilden, dass sie auf die Verbreitung und die kulturgeschichtliche Entwickelung der Völker mehr oder weniger bestimmend einwirken. Wie die Pflanzen und Thiere sich nach und nach den klimatischen Verhältnissen anpassen und sich dementsprechend umwandeln, so auch der Mensch, wenn er von dem einen in ein anderes Klima versetzt wird. Aber diese Umwandlungen können nicht zu Stande kommen, wenn der Mensch nicht die Fähigkeit besitzt, sich dem Klima entsprechend zu verändern. Dabei gehen diese Umwandlungen nicht plötzlich mit einem Sprunge vor sich, sondern ganz allmählich, erst durch mehrere Generationen.

Die vom Klima an die Existenz und die Entwickelung des Menschen gestellten Bedingungen sind bis zu einem gewissen Grade die gleichen, welche auch beim Thier- und Pflanzenleben obwalten, und daher sind dem Menschen auch gewisse Grenzen zu seiner Verbreitung gesteckt, die er ohne weiteres nicht überschreiten kann, eben so wenig als Thier und Pflanze in allen Klimaten leben und fortkommen können. Immerhin aber ist der Mensch unter allen Organismen wohl am meisten wanderungsfähig und in Wirklichkeit am meisten gewandert; seiner Verbreitung werden nur durch ganz abnorme Wärmeverhältnisse, durch extreme Trockenheit sowie durch beträchtliche Luftverdünnung Grenzen gesteckt, welche horizontal weit in die Polargegenden hinausgehen und vertikal bis zu einer Seehöhe von etwa 5000—6000 m (vorübergehend von etwa 8000 m) hinaufsteigen[1].

---

[1]) Am 4. December 1894 erreichte Berson mit dem Ballon „Phönix" die grösste bisher erstiegene Höhe von 9150 m, wobei das Barometer 231 mm, das Thermometer —47,9° zeigte. „Sobald ich jedoch," bemerkt Berson, „auf wenige Sekunden, durch Arbeiten im Korbe dazu verführt oder absichtlich zum Zwecke physiologischer Feststellung, das Mundstück des Schlauches fallen lasse, überfällt mich ganz gewaltiges Herzklopfen, dann fange ich beinahe an zu taumeln und greife rasch wieder zum lebenspendenden Gasschlauche. Einmal überrasche ich mich selber dabei, wie mir trotz allem die Augen leicht zufallen: ich rüttle

Hiernach sind die Gegenden, in welchen der Mensch dauernd nicht leben kann, ausserordentlich beschränkt, ausgedehnter sind aber die Gebiete, welche nur bedingungsweise sein Dasein gestatten, indem sie ihm den Erwerb seiner Nahrungsbedürfnisse (Pflanzen und Thiere) erschweren. Nur in dem warmen feuchten Gürtel unserer Erde, wo eine reiche und üppige Vegetation herrscht, findet der Mensch auch ohne sein Zuthun meistens reichliche Nahrung und scheinen also seine Existenzbedingungen am meisten befriedigt; mit wachsender Breite nimmt die Fülle der Vegetation ab, bis sie innerhalb der Polargegenden fast ganz abstirbt. In den gemässigten Zonen muss der Mensch der Erde durch Bebauung seine Nahrung abringen und zwar im allgemeinen um so minder leicht, je weiter polwärts er seinen Wohnsitz aufgeschlagen hat. Aber auch in solchen Gegenden der heissen und der gemässigten Zonen, wo der genügende Wasservorrath von der Atmosphäre nicht gespendet wird, wo also wegen der andauernden Dürre eine Vegetation nicht aufkommen kann, ist sein Verbleib so gut wie unmöglich, und so sehen wir denn ausgebreitete Wüstengebiete, die von Menschen dauernd nicht oder doch sehr schwer bewohnt werden können.

Fragen wir nun, welche Gegenden unserer Erde für das Wohlbefinden und die Entwickelung des Menschen am günstigsten sind, so lautet die Antwort weder für die heisse, noch für die kalten Zonen günstig, wie ich schon oben zu bemerken Gelegenheit hatte, und wie ich noch des Näheren zeigen werde.

Das allzu reichliche Ausmaass von Wärme und Feuchtigkeit bedingt einen ausserordentlich hohen Grad der Fruchtbarkeit, so dass dem Menschen die Nahrungsmittel ohne sein Zuthun reichlich zu Theil werden, dann aber auch eine Erschlaffung des Körpers und des Geistes und geringe Widerstandsfähigkeit gegen die mancherlei Krankheiten, welche oft in mörderischer Weise die Tropengegenden heimsuchen. Hierdurch werden die Bedingungen, welche sich an den Fortschritt der Kultur knüpfen, schwieriger zu erfüllen, und der Nutzen, welchen man aus der geistigen Fortentwickelung ziehen könnte, wird verringert, ja in Frage gestellt.

Andererseits hat in den kalten Klimagebieten die Kälte eine anregende Wirkung auf die Muskelthätigkeit, das Nahrungsbedürfniss wird gesteigert, der Körper wird durch Wohnung und Kleidung gegen die Unbilden der Witterung und schädliche Wärmeverluste geschützt, die Thätigkeit der Haut wird verringert, und so der Körper

---

mich mit lauten Scheltworten auf, denn ich fühle, dass hier viel auf dem Spiele steht.“ Vergl. „Das Wetter“, 1895, S. 5.

leicht in seinem normalen Zustande erhalten. Das arktische Klima kann im allgemeinen für gesund gehalten werden. Indessen wird in den kalten Zonen die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses in bedeutendem Maasse erschwert; denn das kalte Klima ist dem Pflanzenwuchs feindlich und verringert dadurch die Lebensfähigkeit der Thierwelt. Wie bei allem Organischen, so ist auch beim Menschen das Allgemeinwohlbefinden in hohem Grade abhängig vom Licht und von der Wärme, welche die Sonne auf unsere Erde ausgiesst. Mag auch in den Polargegenden der Sommer erträglich sein, so ist der Winter und auch das Frühjahr wegen der intensiven Kälte und der Monotonie der Polarnacht ebenso schwer erträglich. Zu einer allgemeinen Abspannung, geistiger Unlust und Verstimmung gesellt sich zeitweise eine gewisse Schlafsucht, während zu anderen Zeiten starke Reizbarkeit mit Appetit- und Schlaflosigkeit sich einstellt. Als gefährlichster Feind ist der Skorbut zu betrachten, welcher die Polarbewohner dann häufig befällt, wenn diese der Unthätigkeit oder einer ungeeigneten Lebensweise sich hingeben.

Das britische Nordamerika, Skandinavien, Nordrussland und das nördliche Asien haben in der Nordhemisphäre ein extrem rauhes Klima, ausserordentlich strenge, bis in unseren Spätfrühling ausgedehnte Winter und verhältnissmässig warme, aber kurze Sommer, so dass hier von einer dichten Bevölkerung nicht die Rede sein kann; nur selten und dann rasch vorübergehend haben die Bewohner dieser Zone eine Rolle in der Kulturgeschichte der Völker gespielt.

Ganz anders und viel günstiger sind die Verhältnisse in den gemässigten Zonen. Vor Allem ist es der regelmässige Wechsel der Jahreszeiten mit ihren scharfen Kontrasten in Wärme und Feuchtigkeit, dann aber auch der grosse Wechsel in der Vegetation, das Ineinandergreifen von Land- und Seeklima, was den menschlichen Organismus so stark anregt, ihn immer leistungsfähig und namentlich auch geistig so befähigt macht. Demgemäss ist auch die gemässigte Zone die eigentliche Kulturzone unserer Erde und die natürliche Pflanzstätte, von der alle Kultur auszugehen vermag. Schon Hippokrates macht in seiner Schrift „περὶ ἀέρων, ὑδάτων, τόπων“ wiederholt ganz besonders darauf aufmerksam, dass in den gemässigten Zonen die häufig eintretenden starken und plötzlichen Witterungsschwankungen den Stoffwechsel begünstigen und den Verstand schärfen, und dass grössere Wärmeschwankungen Körper und Geist kräftig und wohlthätig anregen, dass dagegen ein Klima mit gleichmässigem Witterungsverlauf Unthätigkeit hervorbringt.

1. Hygiene der Tropen.

Während in unseren Gegenden ein heisser, ja ein sehr heisser Sommer, dem ein kalter Winter mit seinen Geist und Körper vortheilhaft anregenden, stimulirenden Wirkungen gegenübersteht, ohne irgend welche Gefahr für den menschlichen Organismus ertragen werden kann, wirkt eine über das ganze Jahr gleichmässig vertheilte Wärme in hohem Grade erschlaffend auf den Menschen, insbesondere dann, wenn sie mit hoher Feuchtigkeit verbunden ist. Daher ist körperliche und geistige Erschlaffung, Gleichgültigkeit und Hang zur Unthätigkeit der allgemeine Charakterzug des Tropenbewohners, welcher auch früher oder später den eingewanderten Europäer ergreift.

Die klimatischen Einflüsse der Tropen auf den menschlichen Organismus sind am deutlichsten ersichtlich aus den Veränderungen, welche der Europäer bei Uebersiedlung in ein tropisches Gebiet erleidet, wobei wir zunächst die Tropenkrankheiten, welche wir weiter unten besprechen wollen, nicht berücksichtigen. Diese Veränderungen sind vermehrte Schweissabsonderung, verminderte Urinmenge, erhöhte Leberthätigkeit verbunden mit reichlicher Gallenproduction, geschwächte Magen- und Darmthätigkeit (Jousset). Ob hiermit auch eine Verringerung der Körperwärme sowie der Puls- und Athmungsfrequenz verbunden ist, oder ob die umgekehrten Verhältnisse maassgebend sind, darüber gehen die Ansichten noch weit aus einander.

Wie wir oben gesehen haben, ist die Wasserdampfausscheidung durch die Lungen um so grösser, je niedriger die Temperatur und je geringer der Wasserdampfgehalt der eingeathmeten Luft ist. In den heissfeuchten Gegenden der Tropen kann die Athemluft nur eine sehr geringe Menge Wasserdampf von der Lunge aufnehmen und aus dem Körper ausscheiden, wobei auch eine geringere Menge Kohlensäure (wohl wegen der flacheren Athmung) aus den Lungen entfernt wird. Durch die Verminderung der Wasserabgabe in feuchtheissen Gegenden wird eine Vermehrung der Blutflüssigkeit hervorgerufen und damit eine anormale Zusammensetzung des Blutes. Hiermit mag, wenigstens zum Theile, die Anämie oder die Blutarmuth in Zusammenhang stehen, welche fast jeden Europäer nach und nach befällt, welcher unter solchen klimatischen Einflüssen der Tropen steht. Allerdings zeigt sich die Anämie ganz besonders im Anschluss

an Krankheiten (so Ruhr und Malariafieber), aber auch Menschen, welche von jeder ernstlichen Krankheit verschont blieben, verfallen nach und nach der Anämie; daher das allmählich meist sich einstellende Verblassen der gesunden Gesichtsfarbe. Dieser Zustand führt unter Umständen zu einem gänzlichen Verfall des Körpers, insbesondere dann, wenn noch ernstliche Erkrankungen hinzutreten.

Vielfach wird die Behauptung aufgestellt, dass durch die hohe Wärme und den grossen Wasserdampfgehalt der Luft auch deren Sauerstoffgehalt in einem solchen Grade vermindert werde, dass hierdurch die Gesundheit geschädigt werde. Indessen kann diese Verringerung des Sauerstoffgehaltes der Luft nicht so bedeutend sein, wie folgende Ueberlegung sofort zeigt. Die Ausdehnung der Luft bei dem constanten Druck einer Atmosphäre beträgt für 1° C. zwischen 0 und 100° C. 0,00367. Erwärmen wir nun beispielsweise 1000 l oder 1 cbm Luft von 10° auf 30°, also um 20°, so wird dessen Volumen bei demselben Druck 1,0734 cbm. Beide Luftmassen (1 cbm von 10° und 1,0734 cbm von 30°) wiegen gleich viel, und daher verhalten sich ihre specifischen Gewichte umgekehrt wie die Volumina, also wie 1 : 0,93. Hiernach vermindert sich das Gewicht des Sauerstoffs, wenn um 20° erwärmt wird, um etwa 1½ %. Setzen wir nun in beiden Fällen völlig gesättigte Luft voraus, so ergeben sich als Dampfmengen pro Kubikmeter: bei 10° 9,4 g und bei 30° 30,1 g, so dass also die Luft bei 30° 20,7 g mehr enthält als diejenige bei 10°. Hieraus berechnet sich eine Sauerstoffverringerung durch den Wasserdampf zu ungefähr 0,4 %, so dass wir also im Ganzen etwa eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes um 1,9 % annehmen können. Diese Verminderung entspricht einer Luftverdünnung, welche bei einer Seehöhe von etwa 700 m stattfindet, wenn wir als Luftdruck im Meeresniveau 760 mm bei gleichbleibender Wärme annehmen.

Aus diesen Zahlenangaben dürfte hervorgehen, dass die durch die Wärme und Feuchtigkeit verursachte Sauerstoffverminderung der Luft auf den menschlichen Organismus an und für sich nicht schädlich wirken kann. Andererseits haben allerdings zahlreiche Versuche an Menschen und Thieren gezeigt, dass schon durch solche Sauerstoffverminderung eine Beschleunigung des Pulses und der Athmung hervorgerufen wird. Wir erwähnen hier beispielsweise die von Mermod[1]) an sich selbst angestellten Beobachtungen,

---

[1]) Nouv. recherches sur l'influence de la pression barométr. Lausanne 1877.

wobei er jedesmal 1 1/2 Monat vor den Beobachtungen an dem betreffenden Orte anwesend war:

	Seehöhe	Sauerstoffgehalt der Luft vom normalen Druck	Pulsfrequenz	Anzahl der Beobachtungen
Strassburg	142	20,5	64,90	287
Erlangen	343	20,0	65,26	840
Lausanne	614	19,3	68,09	473
St. Croix	1106	18,2	68,71	896

Bei Uebergang in grössere Höhen sind diese Aenderungen natürlich viel bedeutender. So wurden bei einer Luftballonfahrt im April 1873 von mehreren französischen Gelehrten bei Aenderung der Seehöhe um 4000 m folgende Aenderungen in der Herz- und Athemthätigkeit gefunden: an der Erdoberfläche Athmung 25, Puls 82; in der Höhe von etwas über 4000 m Athmung 41, Puls 114.

Dass sich eine derartige Wirkung der verdünnten Luft auch in den Tropen, allerdings nur in einem sehr geringen Grade geltend macht, ist wohl zweifellos, indessen besitzt der menschliche Organismus eine grosse Fähigkeit, sich diesen veränderten Verhältnissen anzupassen. Der Mensch gewöhnt sich daran, beim Aufenthalte im Gebirge tiefere Athemzüge zu machen und so die Lungenoberfläche zu vergrössern, wodurch sich nach und nach der Brustkasten erweitert, so dass das Gleichgewicht wieder hergestellt wird; in den Tropen wird das Athmen, wie es scheint, beschleunigt. Entschieden überwiegend sind in den Tropen die directen Einflüsse, welche hohe Wärme und grosser Dampfgehalt der Luft auf die Wasserabgabe durch die Lungen ausüben.

Die verminderte Urinabscheidung in den Tropen erklärt sich durch die gesteigerte Schweissabsonderung und andererseits durch die grössere Leberthätigkeit in Folge der Aufnahme grosser Wassermengen, die wieder eine Folge des vermehrten Durstes ist.

Die Tropengegenden, welche in allen oder in gewissen Monaten trockene Luft haben, werden nach dem eben Gesagten gesünder sein, als solche mit beständig feuchter Luft. Denn bei hoher Temperatur, selbst solcher, welche über die Körperwärme hinausgeht, kann der Körper durch reichliche Verdunstung so viel Wärme abgeben, dass eine genügende Abfuhr der überflüssigen Wärme stattfindet und auch der Aufenthalt im Freien erträglich wird. Nur bei starken trockenen Winden kann die austrocknende Wirkung auf die Haut und die Schleimhäute so stark werden, dass diese aufspringen. Die Wasserumsetzung in den Tropen ist eine ausserordentlich grosse, daher die Hautthätigkeit, gegenüber der in den

kälteren Zonen, eine erheblich gesteigerte. und auf Kosten dieser Thätigkeit erschlafft die Regsamkeit der übrigen Organe, und hieraus ergeben sich die mannigfachen Folgeerscheinungen, welche wir schon oben erwähnten. Wenn durch Kleidung und Wohnung die strengste Kälte des Nordens ohne Nachtheil für den Körper ertragen werden kann, so stehen in den Tropen gegen die Glut der Hitze und die ermattende Feuchtigkeit der Luft doch nur verhältnissmässig wenige Schutzmittel zu Gebote.

Immerhin aber giebt es in den Tropen manche Gegenden, welche wegen ihrer trockenen oder wegen ihrer insularen Lage oder wegen der Bodenerhebung auch für den Europäer leidlich gesund sind. Hauptsächlich sind es jene Gegenden, welche unter der Herrschaft lebhafter Luftströme eine kräftige Ventilation besitzen, oft aber auch solche Distrikte, für deren günstigere Verhältnisse ausreichende Gründe nicht angegeben werden können. Das Entscheidende dabei ist insbesondere, dass jene Gegenden gegen die Malariaeinflüsse so viel wie möglich geschützt sind.

Günstiger für die Gesundheitsverhältnisse sind frei den Winden ausgesetzte, wenn auch geringe Bodenerhebungen, insbesondere aber die eigentlichen Höhenlagen. Diese besitzen klimatische Eigenschaften, welche von denen der Niederung um so mehr abweichen, je grösser die Seehöhe ist, wie wir es schon oben S. 251 ff. ausführlich gezeigt haben. Am bedeutsamsten ist die Abnahme der Temperatur mit wachsender Höhe, so dass wir uns bis zu einem gewissen Grade den thermischen Verhältnissen der gemässigten und kalten Zone in dem Maasse nähern, als wir uns über dem Meeresspiegel erheben. Indessen ist das Klima, welches wir in grösseren Höhen der Tropen antreffen, ganz verschieden von demjenigen der höheren Breiten, und zwar hauptsächlich deswegen, weil in jenen Regionen der Wechsel der Jahreszeiten fehlt und die Schwankungen der meteorologischen Elemente, namentlich der Wärme, die allerdings mit der Höhe zunehmen, weit hinter denen der höheren Breite zurückbleiben. Nur einige Eigenschaften des Tropenklimas verändern oder verlieren sich mit der Höhe, andere aber bleiben mehr oder weniger unverändert. Ein sogenannter „ewiger Frühling“, wie er in vielen Gebirgslagen der Tropen gepriesen wird, ist nicht gerade das, was dem menschlichen Wohlbefinden am meisten förderlich ist.

Die Wirkung des Einflusses der verminderten Wärme, sowie der erhöhten thermischen Schwankungen zeigt sich in hervor-

ragender Weise in der Abnahme oder in der völligen Abwesenheit mancher Tropenkrankheiten. Mit zunehmender Höhe verringert sich die Häufigkeit und Gefährlichkeit der Malaria, des gelben Fiebers, der Cholera, der Ruhr und des Leberabscesses, bis diese Krankheiten bei einer gewissen Höhengrenze, welche nach Lage und Gegend verschieden ist, grösstentheils verschwinden. Dafür werden aber andere Krankheiten, die namentlich den höheren Breiten angehören, eingetauscht, wie Erkältungskrankheiten, Rheumatismus, Lungenentzündung, Herzkrankheiten, grössere Häufigkeit und Ausbreitung der Masern und Pocken, chronische Diarrhöen (Hill's diarrhea der Engländer). In grösseren Höhen treten in Folge des verminderten Sauerstoffgehaltes der Luft die Anämie und die Bergkrankheit auf, welche wir oben S. 15 besprochen haben.

Als verhältnissmässig gesunde und zur Akklimatisation geeignete Tropengegenden bezeichnet Schellong hauptsächlich: auf dem amerikanischen Kontinent die Anden-Hochländer, die Hochländer von Antigua, Dominico, Barbados und Jamaica, in Afrika das Plateau von Abessinien, in Südasien die Nilagiri Hills in Indien, die hochgelegenen Gegenden von Niederländisch-Indien, ausserdem einzelne insulare Gebiete, wie Neukaledonien, Tahiti, die Sandwichs- und andere Inseln des Stillen Oceans, St. Helena, die Cap Verdeschen Inseln, dann den nördlichen Theil des australischen Festlandes (Queensland) [1].

Die Wirkungen des Klimas auf die Gesundheitsverhältnisse in den Tropen sind so bedeutend, dass sie die Ursachen vieler Krankheitserscheinungen sind, welche man mit dem Ausdruck „Tropenkrankheiten“ bezeichnet hat. Die sowohl auf den eingewanderten Europäer, als auch auf die Eingeborenen beständig wirkenden klimatischen Einflüsse sind allerdings nicht die alleinigen krankheitserregenden Ursachen, sondern es wirken auch noch andere Faktoren nach dieser Richtung hin mit, so insbesondere die Bodenverhältnisse, die Wohnung, die Lebensweise, die Nahrungsmittel, die günstigen Lebensverhältnisse der Mikroorganismen u. dergl., aber immerhin beeinflussen die ersteren Ursachen in hohem Maasse die grosse Sterblichkeit in den Tropen.

Um die Sterblichkeit in den Tropen wenigstens angenähert

---

[1]) Ausführliche Erörterungen über diesen Gegenstand fanden auf dem Londoner internationalen VII. Congress für Hygiene und Demographie statt (Vol. X, Div. II, S. 154 ff.); vergl. insbesondere die Vorträge von R. W. Felkin, W. Moore, C. L. van der Burg und C. R. Markham.

beurtheilen zu können, geben wir im Folgenden eine Tabelle für einige verschieden gelegene Gegenden.

Westindien, Neger, 1816/77	28 ‰
Jamaika, europäische Truppen, 1820/36	121 „
„ Neger, 1820/36	30 „
„ europäische Truppen, 1879/87	11,0 „
„ Neger, 1879/87	11,6 „
Britisch-Westindien, Truppen, 1817/46	75 „
Martinique, Truppen, 1819/55	91,9 „
Tabago, 1884/88	19,1—27,0 ‰
Guiana	34 ‰
Cuba, spanische Bevölkerung, 1849/57	24 „
„ französische Truppen, 1849/57	72 „
Cayenne, Truppen, 1819/49	27,2 „
„ „ 1855	90,8 „
Holländisch-Guiana, Truppen, 1881/85	27,4 „
Insel Curaçao, 1881/85	18,7 „
Vera Cruz, 1878/80	70,5 „
Mexico, Stadt, 1878/80	30,9 „
Tahiti, Truppen, 8 Jahre	9,8 „
Algier, Truppen, 1837/46	78 „
Cairo, allgemein, 1886/88	47,3 „
Alexandrien, allgemein, 1886/88	42,0 „
Senegal, Truppen, 1819/55	106,1 „
Goldküste, europäische Truppen, 1829/36	483 „
„ Negertruppen 1829/36	30 „
„ europäische Truppen, 1879/85	68 „
Mauritius, Negertruppen, 1825/36	37,2 „
Cap Verde, Truppen, 1819/27	17,2 „
St. Helena, 1837/56	11 „
Britisch-Indien, Truppen, 1800/30	84,6 „
„ „ „ 1830/56	57,7 „
„ „ „ 1869/78	19,3 „
„ „ „ 1879/87	16,3 „
Calcutta, allgemeine Mort., 1878/80	31,1 „
Niederl.-Indien, europäische Truppen, 1879/88	30,6 „
Batavia, Eingeborene	40,7 „
Capland, Truppen, 1817/49	14 „
Neu-Kaledonien, Truppen	11 „
Neuseeland, Truppen, 1844/56	9 „

Diese Zahlen zeigen ausserordentlich grosse Verschiedenheiten, sie bewegen sich zwischen 9 und 483 ‰. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten sind mannigfach; theils sind sie durch klimatische Verhältnisse, theils durch die Verschiedenheit der Jahrgänge, aus welchen das Zahlenmaterial gewonnen wurde, theils durch die bei der Statistik angewandten Methoden, theils auch durch Boden- und Wohnungsverhältnisse (sanitäre Verhältnisse) begründet, so dass Schlussfolgerungen aus denselben nur mit grosser Vorsicht gezogen werden können. Immerhin geht aus diesen Zahlen zur Genüge hervor, dass die Sterblichkeit in den Tropen im allgemeinen eine ausserordentlich grosse ist, viel grösser als in Europa, wo die

Sterblichkeit durchschnittlich nicht weit über 20 ‰ hinausgeht (vergl. unten S. 299). Indessen giebt es, wie bereits bemerkt, in den Tropen manche Gegenden, welche wegen ihrer gesunden Lage sich hervorragend auszeichnen, so die eigentlichen Höhenlagen, viele insulare Gegenden des Stillen und Atlantischen Oceans, der nördliche Theil des australischen Festlandes u. a. Vergleichen wir die Verhältnisse des nördlichen Afrikas mit jenen des Caplandes und Neuseelands, so dürfte es scheinen, dass die Subtropen der Südhemisphäre gesünder sind als diejenigen der Nordhemisphäre, was wegen der stärkeren Ventilation der Südhemisphäre gerade nicht auffallend ist.

Auffallend in der Tabelle ist die starke Abnahme in der Sterblichkeit in Ostindien, die in dem Zeitraume von 1800 bis 1887 von 85 auf 16 ‰ herabgeht; auch im tropischen Amerika treffen wir ähnliche Verhältnisse (vergl. Jamaika). „Wenn früher," so bemerkt Stokvis[1]) zu dieser Thatsache, „100 bis 250 ‰ der eingewanderten europäischen Soldaten den dort herrschenden ungünstigen Einflüssen zum Opfer fielen, während jetzt nur 15 bis 30 ‰ erliegen, wenn die schwarzen amerikanischen Soldaten im Anfang ihrer Aufnahme in die Armee in des Wortes verwegenster Bedeutung durch Krankheit decimirt wurden, während sie jetzt nicht mehr oder nicht weniger dahingerafft werden, wie jeder andere Soldat in Friedenszeiten, so kann doch diese Umwälzung, diese Revolution schwerlich von einer mit der Rasse vorgefallenen völligen Umgestaltung abhängig gestellt werden. Nein! die Rassen sind dieselben geblieben mit allen ihren Eigenthümlichkeiten; aber die äusseren Umstände, unter welchen sie sich befinden, sind verändert und verbessert. Und diese Verbesserung ist keine Laune des Zufalls. kein glückliches Geschick. Sie ist die segensreiche Folge wohl überlegter Maassregeln, bei welchen man von der grundfesten Ueberzeugung ausging, dass man in der Wahl der auszusendenden Mannschaften, in der Sorge für gutes Trinkwasser, für gute und passende Nahrung, für Kleidung und Wohnung, für Erhaltung des harmonischen Zusammenwirkens aller Organe nicht genau, nicht peinlich genug verfahren konnte."

Sehen wir nun zu, durch welche Krankheiten die grosse Sterblichkeit veranlasst wird und inwieweit hierbei die klimatischen Verhältnisse entweder mittelbar oder unmittelbar eine Rolle spielen. Die Klimaeinflüsse sind, wie sich von vorne herein erwarten lässt,

---

[1]) Vergl. Verhandlungen des X. internat. med. Congresses.

in weitaus den meisten Fällen mittelbare; theils wird die Entwickelung und die Verbreitung der Krankheitserreger durch das Klima (Wärme und Feuchtigkeit) befördert oder aber gehemmt, theils werden durch das Klima die Boden- und Wohnungsverhältnisse, sowie die Ernährung, die Lebensverhältnisse, Gewohnheiten und Gebräuche in hohem Maasse beeinflusst, so dass hier eine ganze Reihe von Erscheinungen und Folgeerscheinungen ins Gewicht fallen, wodurch es äusserst erschwert wird, in jedem Einzelfalle den ursächlichen Zusammenhang herauszufinden und jeden mitwirkenden Faktor graduell zu bestimmen. Vor Allem ist zur Beurtheilung aller dieser Einflüsse eine genaue und umfassende Statistik der Krankheiten unumgänglich nothwendig, und hiervon überzeugt, ist man in der neueren Zeit angelegentlichst bemüht, sich eine solche Statistik zu verschaffen, wenn auch diese mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft ist [1]). Erst wenn dieses geschehen, ist es möglich, die geographische Verbreitung der Krankheiten genauer festzustellen, als es bisher der Fall war, und hieraus ergeben sich dann wichtige Schlussfolgerungen auf die Abhängigkeit der verschiedenen Krankheiten von Klima, Bodenbeschaffenheit u. dergl.

Eine unmittelbare Wirkung hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit ist das Zustandekommen des Sonnenstiches und des Hitzschlages, welche Krankheitserscheinungen wir schon oben besprochen haben (S. 137, 138). Diese Krankheiten sind besonders häufig bei beginnender Regenzeit und nach Vorübergang derselben, wo also die Luft mit Feuchtigkeit nahezu gesättigt ist, und dann bei Windstillen. Wenn auch der Sonnenstich hauptsächlich dem Tropenklima eigen ist, so kommt er doch auch ausserhalb der Wendekreise nicht selten vor, ja sein Vorkommen reicht auf der Nordhemisphäre bis zum 50.—60. Breitegrade, je nach den Wärmeverhältnissen der verschiedenen Gegenden. Am grössten ist die Häufigkeit des Sonnenstichs in den ostasiatischen Ländern, insbesondere in Indien. Hier wurden (1861/73) von 1000 Mann Truppen in Bengalen 3,2, in Bombay 2,8 und in Madras 2,5, also im Mittel 3, von dieser Krankheit befallen. Sehr schwer heimgesucht sind ferner Cochinchina, die südöstlichen Küstenstriche Chinas und des Rothen und Persischen Busens, das Nilthal und die Lybische Wüste, dann Algier, Nordamerika auf dem Gebiete zwischen der Atlantischen Küste und den Alleghanies, die Golfküste von Mexico, Brasilien, Peru, die La Plata-Staaten u. a.

[1]) Vergl. O. Schellong, Klimatologie der Tropen.

Der schlimmste Feind, die Geissel des Tropenbewohners ist (neben der Dysenterie und der Cholera) das Malariafieber, welches manchen ausgebreiteten Gebieten einen so ungesunden Charakter aufdrückt, dass daselbst eine Akklimatisation fast als ein Ding der Unmöglichkeit erscheint. Würden wir aus den oben mitgetheilten Zahlen diejenigen, welche sich auf Malaria beziehen, entfernen, so würden die Sterblichkeitsziffern ganz bedeutend herabsinken. Alle übrigen Krankheiten spielen der Malaria gegenüber im allgemeinen eine mehr untergeordnete Rolle, so dass sich die ganze Akklimatisationsfrage fast lediglich nur um die Verbreitung der Malaria dreht. Gelingt es einmal, wirksame Mittel zur Bekämpfung des Erregers der Malaria kennen zu lernen, so wäre das wichtigste Problem der Tropenhygiene zum grossen Theile gelöst, und die Akklimatisationsfrage wäre so um ein Bedeutendes vereinfacht[1]).

Von der schlimmsten Bedeutung sind die Folgeerscheinungen, welche sich an diese Krankheit knüpfen, so die häufigen Rückfälle (bei Erkältungen, Katarrhen), die oft eintretende Blutarmuth, der Verfall der körperlichen Kräfte, die ausserordentlich grosse Kindersterblichkeit.

Die Uebertragung der Krankheit scheint meistens durch die Luft zu erfolgen, wobei die Insekten wahrscheinlich häufig eine vermittelnde Rolle spielen. Abend- und Nachtluft, welche reicher an Mikroorganismen sind, als die Tagesluft, sind erfahrungsgemäss gefahrbringender, als diese (vergl. S. 221).

Die Verbreitung der Malaria über die Erdoberfläche und über die Jahreszeiten deutet mit aller Entschiedenheit auf deren Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen, wobei aber die Bodenverhältnisse keine geringere Rolle spielen. Die Malaria kommt sowohl in den Tropengegenden als auch in höheren Breiten vor, wobei die Häufigkeit in den Aequatorialgegenden am grössten ist und von dort nach den höheren Breiten im allgemeinen abnimmt, bis sie im gleichen Schritt mit der abnehmenden Sommerwärme (Sommerisotherme unter 16°) nach und nach verschwindet. In den nördlich gelegenen Gegenden erreicht die Häufigkeit ihren Höhepunkt meistens im Spätsommer und im Herbste (sekundäres Maximum im Frühjahr), während sie im Frühsommer, namentlich aber im Winter, zurücktritt; in den subtropisch gelegenen Gegenden

---

[1]) Vergl. hierüber Schellong, Akklimation der Tropenhygiene S. 320; andererseits Stokvis, Vergleichende Pathologie, in Verhandl. des X. intern. med. Congresses.

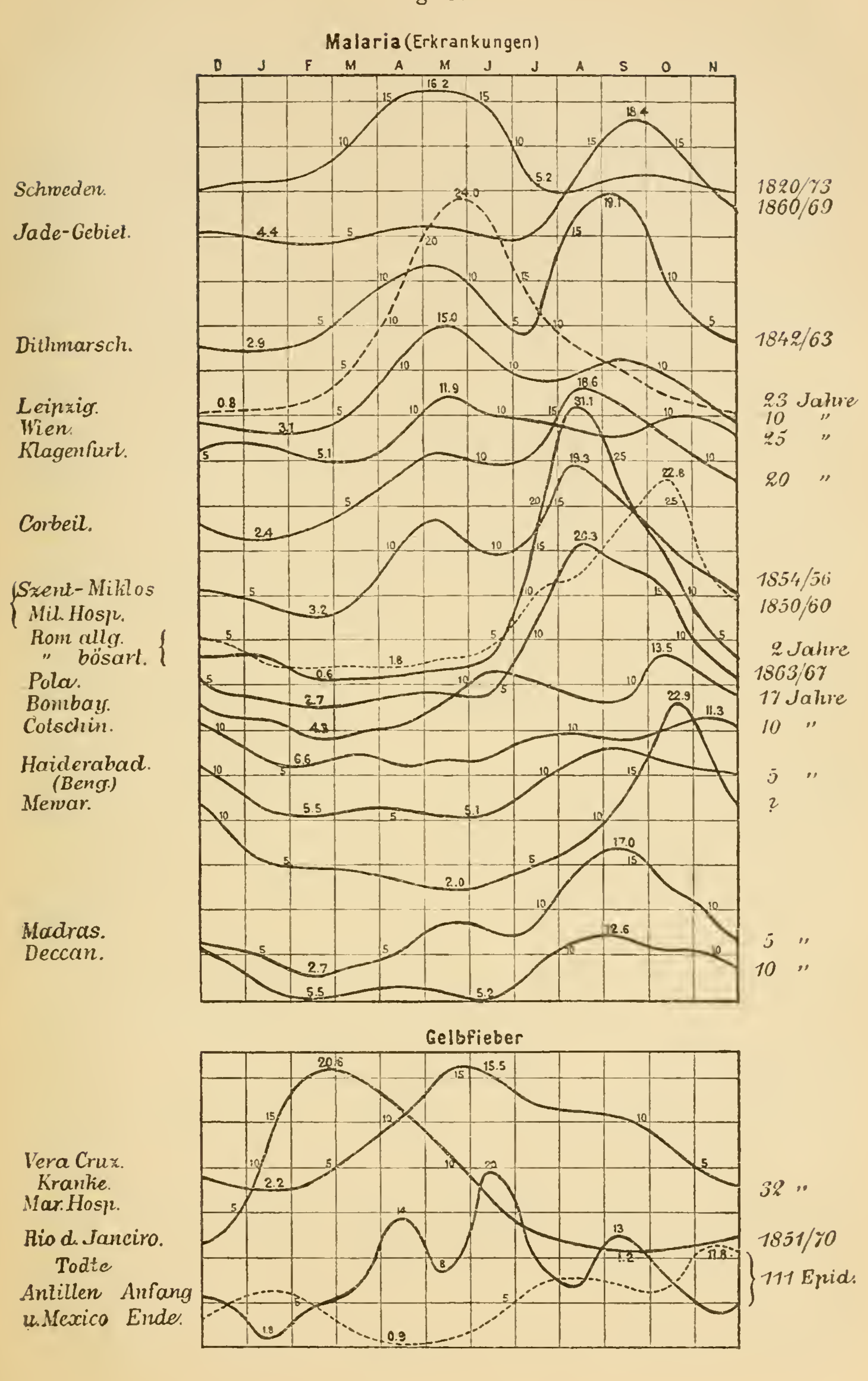
fällt das Maximum der Häufigkeit in den Sommer (namentlich Spätsommer) und dauert nicht selten bis zum Winter fort; Winter und Frühling sind die von Malaria am meisten freien Jahreszeiten. In den Tropen, wo die Krankheit am häufigsten und am verderblichsten auftritt, steht die Malaria in innigster Verknüpfung mit den Regenzeiten und dann auch mit der Temperatur. Mit dem Beginne der Regenzeit nehmen meist auch die Fieber ihren Anfang, überdauern jene, erreichen bei nachlassendem Regen am häufigsten ihr Maximum, worauf sie dann nach der kühleren Jahreszeit hin wieder abnehmen. Die Tabelle auf S. 280 veranschaulicht die Malariahäufigkeit und die Temperatur- und Regenverhältnisse (langjährige Mittel) einiger tropischen Gegenden (siehe auch Diagramm Fig. 37).

Es ist zwar zweifellos, dass die Malaria-Erkrankungen in einem bestimmten Verhältnisse zu der Temperatur und der Feuchtigkeit stehen, indessen ist dieses Verhältniss jedenfalls nicht so einfach, als es auf den ersten Blick erscheint, vielmehr kommen zahlreiche Fälle vor, die sich aus der Wirkung der beiden Elemente nicht ohne weiteres erklären lassen, indem noch andere wichtige Faktoren mit in Rechnung zu ziehen sind, so insbesondere die Bodenverhältnisse. Insbesondere der Alluvialboden der Niederungen, die den Ueberschwemmungen ausgesetzt sind (Flussdeltas), sind von der Malaria mit Vorliebe heimgesucht, ebenso Gegenden mit ausgedehnten Sümpfen und mit stagnirendem Wasser, dann solche Districte, an welchen der Boden mit organischen Stoffen reich durchsetzt ist. Namentlich nach Ueberschwemmungen, wenn der Boden mit pflanzlichen Zersetzungsstoffen bedeckt ist und warme Witterung herrscht, pflegt die Malaria am häufigsten aufzutreten. Auch die Bearbeitung des Bodens kann diese Krankheit zur Entwickelung bringen. Dagegen Anpflanzung des Bodens mit rasch wachsender Vegetation soll ein sehr wirksames Mittel gegen die Krankheit sein. Andererseits erwähnen wir, dass die Malaria öfters dann gehemmt oder zum Erlöschen gebracht wird, wenn der Boden durch sehr reichlichen Niederschlag vollständig durchnässt wird, und dass ein dauernd trockener Boden diese Krankheit nicht aufkommen lässt. Hieraus ist einleuchtend, dass das gleiche Wetter auf verschiedene Gegenden verschieden wirken kann: ist eine Gegend feucht und führen starke und anhaltende Regen zu Ueberschwemmungen, so erlischt die Krankheit, dagegen vermögen sie bei sonst trockenem Boden die Krankheit herbeizuführen. Trockenes Wetter dagegen bewirkt beim

Malariahäufigkeit sowie Temperatur- und Regenverhältnisse einiger tropischen Gegenden.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Bombay, Hosp., 27 Jahre (Kranke ‰)	65	43*	49	51	89	**119**	102	95	76	**135**	107	68
Regenmenge (mm)	2	—	—	—	13	528	**627**	384	274	46	13	12
Regentage	1	1	—	—	2	20	**29**	26	21	7	1	—
Temperatur	23,3	23,9	26,1	27,8	**29,4**	28,3	27,2	126,7	26,7	**27,2**	26,7	24,4
Cotschin, Civil-Dispens., 10 J. (Kranke ‰)	210	201*	227	183	**222**	213	278	**295**	262	305	**344**	308
Regenmenge (mm)	23	18*	53	112	323	**780**	577	315	239	**307**	130	48
Regentage	1*	2	5	8	17	**27**	**27**	22	19	19	12	5
Temperatur	26,1	26,7	28,3	**28,9**	27,8	25,6	25,0*	26,1	25,6	26,1	26,1	26,1
Madras, Truppen, 5 Jahre (Kranke ‰)	48	27*	41	49	**86**	81	75	148	**170**	120	88	58
Regenmenge (mm)	25	8	10	15	56	53	96	112	119	274	**348**	130
Regentage	3	1*	1*	1*	3	10	**14**	**14**	11	**14**	**14**	9
Temperatur	24,4*	25,0	27,2	29,4	30,6	**31,1**	30,0	29,4	28,9	27,2	25,6	24,4
Dekhan (Kranke ‰)	63	55*	63	67	60	52	84	116	**126**	111	104	98
Regenmenge, N-Deccan (mm)	2*	2*	6	26	45	162	**210**	156	133	101	21	6
Temperatur, Sohlapur (15 Jahre)	22,0	24,9	28,6	30,1	**31,7**	27,3	25,9	25,4	25,0	25,1	23,1	21,1*
Senegambien, St. Louis, Hosp., 2 J. (Krke. ‰)		416			234			746			**936**	
Regenmenge (mm)	6	12	—	—	6	11	65	**204**	94	13	3	—
Temperatur	21,3*	22,1	21,9	21,4	21,9	25,4	27,2	27,8	**28,4**	27,9	25,6	22,7
Guiana, Cayenne, Hosp., 2 J. (Kranke ‰)		740*			774			803			**866**	
Regenmenge, 7 Jahre (mm)	372	420	527	536	**590**	415	149	45	16*	37	76	332
Temperatur	26,2	26,1	26,3	26,7	26,6	26,6	26,9	27,4	27,7	**27,8**	27,4	26,2
Antillen, Mart. u. Guadel., Hosp., 2 J. (Krke. ‰)		2048			1303*			2236			**2492**	
Regenmenge, St. Cruz, 22 Jahre (mm)	53	38	53	69	**104**	94	79	112	157	**191**	109	74
Temperatur, 7 Jahre	23,0*	23,8	24,5	25,8	27,2	**27,8**	27,1	27,1	**27,4**	26,7	25,8	24,2

Fig. 37.



Malaria (Erkrankungen)
D J F M A M J J A S O N
Schweden.
Jade-Gebiet.
Dithmarsch.
Leipzig.
Wien.
Klagenfurt.
Corbeil.
Szent-Miklos
Mil. Hosp.
Rom allg.
" bösart.
Pola.
Bombay.
Cotschin.
Haiderabad.
(Beng.)
Mewar.
Madras.
Deccan.
1820/73
1860/69
1842/63
23 Jahre
10 "
25 "
20 "
1854/56
1850/60
2 Jahre
1863/67
17 Jahre
10 "
5 "
?
5 "
10 "
Gelbfieber
Vera Cruz.
Kranke.
Mar. Hosp.
Rio d. Janciro.
Todte
Antillen Anfang
u. Mexico Ende.
32 "
1851/70
111 Epid.

feuchten Boden eine Steigerung, bei trockenem Boden eine Abschwächung der Krankheit.

Die Verbreitung der Malaria ist in den tropischen Gegenden eine ausserordentlich grosse. Die intensivsten Malariaheerde sind nach Hirsch hauptsächlich die folgenden: die tropisch gelegenen Theile des afrikanischen Festlandes und die zu demselben gehörigen Inseln, die Stromgebiete des Senegal und des Gambia (auch an den relativ trockeneren oberen Stromläufen), die ganze Guineaküste von Sierra Leone abwärts bis Cap Lopez, hauptsächlich das Stromgebiet des Niger, die Küstengegenden der Sierra Leone, die Zahn- und Golfdistricte und die benachbarten Inseln Fernando-Po und St. Thomas; das östliche Küstenland von der Delagoa-Bai aufwärts längs der Landstriche von Sofala, Mozambique und Zanzibar, wobei sich die Malariaheerde weit ins Land erstrecken: die Comoren und Madagaskar (ausser den höheren Gegenden an der Nordostküste); dann die Ufer der beiden Nilarme, namentlich die Gegend von Chartum und die Ufer des Nils bis nach Dongola, die Gegenden des unteren Nillaufes; Fezzan, Tunis, Algerien (Uebergänge zu dem grossen Malariagebiete des Sudans; unter den Truppen Algiers sollen die Hälfte aller Erkrankungen Malariakrankheiten sein); Arabien, Mesopotamien, Syrien, die Küsten des Persischen Busens, Beludschistan, Afghanistan, hieran anschliessend das grosse Malariagebiet, welches sich ostwärts bis zu den Stromgebieten des Indus und Ganges erstreckt; Vorderindien (das Krankheitsverhältniss unter den europäischen Truppen in Indien beträgt 411 ‰, in den Nordwestprovinzen und in Bengalen 466 ‰, in Bombay 459 ‰, dagegen in der Präsidentschaft Madras nur 141 ‰, auf die Gesammtsumme aller Erkrankungen berechnet beziehungsweise 610, 550, 350 ‰); bemerkt sei, dass auf dem Hochplateau des Dekhan (wie auch in einigen anderen Gegenden) die Malaria endemisch herrscht (Bermfieber); Ceylon (selbst noch in der Höhe von 2000 m); die reich bewässerten Ebenen und Hügellande Hinterindiens, der Indische Archipel. Für das australische Festland und Polynesien (nicht jedoch Melanesien) liegen die Verhältnisse im allgemeinen günstig, indem Malariakrankheiten meist selten vorkommen, ja einige Gegenden ganz immun sind. Schlimmer dagegen liegen die Verhältnisse in China, nicht allein in den Küstengegenden, sondern auch im Inneren, insbesondere an den Flussläufen. Hauptsitze der Malaria finden wir endlich im tropischen Amerika, im westindischen Archipel, in den Küstengebieten des Mexikanischen Golfes, in Brasilien,

an den Ostküsten Südamerikas und in den südlichen und Prairiestaaten Nordamerikas.

Einen viel mehr ausgesprochenen tropischen Charakter hat das Gelbfieber, welches sich nur auf das Tropengebiet, und zwar auf die Ostküsten Amerikas (etwa 32½° n. bis 23° s. Br.) und die Westküste Afrikas (5° n. bis 15° n. Br.) beschränkt und mit der Erhebung über der Erdoberfläche seinen Charakter verliert. Keine Infectionskrankheit ist so sehr an örtliche Verhältnisse gebunden, als das Gelbfieber, und namentlich sind es die Meeresküsten und die Ufer grosser schiffbarer Flüsse, dann aber auch grosse Städte im flachen Lande (in Schmutzvierteln), welche das Gelbfieber mit Vorliebe heimsucht.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass das Auftreten des Gelbfiebers mit den Witterungsverhältnissen in einem nahen Zusammenhange steht, und zwar in erster Linie mit der Temperatur, in zweiter mit den Feuchtigkeitsverhältnissen. In einem 32jährigen Zeitraume wurden in das Marine-Hospital von Vera Cruz Gelbfieberkranke aufgenommen [1]):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Erkrankungen . . .	151*	210	437	683	1058	**1078**	815	769	720	494	281	245
Temperatur (3 Jahre)	21,3*	23,3	25,2	26,7	29,2	**29,8**	28,3	28,1	27,0	26,9	25,8	22,4
Regenmenge . . .	4*	6	10	27	51	100	106	**140**	104	53	19	7

Von 11 Epidemien auf den Antillen und an der Küste von Mexiko haben:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
begonnen	2	5	7	16	9	**29**	9	8	**15**	8	4	6
geendet	7	6	1	1	2	3	8	8	8	8	**13**	5

In Rio de Janeiro vertheilten sich 8554 Todesfälle in dem Zeitraum vom Januar 1851 bis Juli 1870 folgendermassen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Fälle	1118	**1760**	1732	1434	996	557	242	164	108	104*	116	223
Temperatur (35 Jahre)	26,1	26,2	**26,3**	24,9	22,8	21,9	21,2	21,2	21,4	22,7	23,9	25,3
Regenmenge . . .	136	120	**150**	86	121	40	32*	70	83	98	145	133

Vergleichen wir hiermit noch das Verhalten einiger etwas nördlicher gelegener Gegenden, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

---

[1]) Vergl. Hirsch, Hist.-geogr. Path. I, 247.

		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
New-Orleans,	begonnen . . .	—	—	—	—	2	3	**15**	2	2	—	—	—
	geendet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**8**	4	2
	Temperatur (15 J.)	12,3	14,7	17,0	20,3	23,8	27,1	**28,1**	27,7	25,6	21,6	18,1	14,4
	Regenmenge (%)	9	7	8	7	7	9	**18**	11	6	6	9	9
Texas,	begonnen . . .	—	—	—	—	—	—	—	4	**13**	2	—	—
	geendet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—
	Temp. Gaw. (15 J.)	11,6	14,1	17,6	20,6	24,1	27,8	**28,8**	28,6	26,1	22,7	16,6	13,4
	Regenmenge (%)	4	7	5	6	10	12	9	10	**15**	10	6	6
Miss., Alab., Georg., Flor., Tenn.,	begonnen . . .	—	—	—	—	—	4	10	**16**	10	2	—	—
	geendet	—	—	—	—	—	—	—	2	3	3	**12**	4
	Regenmenge (%)	10	8	10	9	8	7	8	4	8	6	8	9
Charleston,	begonnen . . .	—	—	—	—	1	3	9	**11**	2	—	—	—
	geendet	—	—	—	—	—	—	—	—	4	**10**	4	—
	Temperatur (15 J.)	10,4	11,8	14,3	18,2	22,5	26,3	**28,2**	27,2	24,8	19,7	14,4	10,8
Bermuda,	begonnen . . .	—	—	—	—	—	1	2	3	—	—	—	—
	geendet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2
Phil. u. N.-York,	begonnen . . .	—	—	—	—	—	4	**17**	7	1	—	—	—
	geendet. . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	2	**12**	7	2

In den Tropengegenden ist es also hauptsächlich die heisse Jahreszeit und die Regenzeit, welche die grösste Häufigkeit des Gelbfiebers bedingen (siehe Diagramm S. 281), und in den Gegenden höherer Breiten sind es die Sommer- und Herbstmonate, welche mit dem Vorherrschen dieser Krankheit zusammenfallen. Nur in solchen Gegenden und in solchen Monaten kommt in höheren Breiten das Gelbfieber vor, in welchen sich insbesondere die Temperaturverhältnisse denjenigen der Tropen nähern. Uebrigens scheint aus verschiedenen Erfahrungen hervorzugehen, dass der Krankheitserreger selbst bei eintretendem Froste nicht völlig zerstört werde.

Bezüglich der Niederschläge zeigt sich sowohl für die Tropen als auch für die höheren Breiten, dass das Auftreten der Krankheit durch reichliche Niederschläge begünstigt und durch Trockenheit gehemmt wird, indessen sind auch Fälle verzeichnet worden, in welchen bei aussergewöhnlich grossem Niederschlag die Häufigkeit der Krankheit zurückging, oder dieselbe gänzlich erlosch. Diese Fälle dürften mit dem Herabgehen der Temperatur in Zusammenhang gebracht werden; ebenso bringt das Auftreten kälterer Winde das Gelbfieber nicht selten zum Rückgange oder zum Erlöschen.

Der Schutz, welchen höhere Lagen gegen das Gelbfieber gewähren, ist jedenfalls allermeist den niedrigeren Temperaturen zu danken.

Bemerkenswerth erscheint, dass hauptsächlich neu Eingewanderte von der Krankheit befallen werden, dagegen die Eingeborenen von

derselben verschont bleiben. Ist die Krankheit einmal überwunden, so tritt, im Gegensatz zur Malaria, Immunität ein, ebenso wird die Gefahr für den Europäer verringert, wenn er bei längerem Aufenthalte an demselben Orte von ihr frei blieb. Mit dem Verlassen der Gegend verliert er aber nach und nach wieder seine Widerstandsfähigkeit.

Ebenso wie das Gelbfieber ist auch das Dengue-Fieber (Gelenkschmerzen, verschiedenartige Hautausschläge und hohes Fieber; die bösartige Form wird schwarzes Fieber genannt) nicht völlig auf die Tropen beschränkt, sondern es greift noch ziemlich weit über die Wendekreise hinüber (etwa bis zum 33.° n. Br. und 24.° s. Br.). Die Häufigkeit der Krankheit ist im Sommer und im Frühherbst am grössten und in der kälteren Jahreszeit am geringsten. Hohe Temperaturen sind namentlich geeignet, die Krankheit zu fördern, dagegen scheint das Verhalten der Feuchtigkeit eine untergeordnete Rolle zu spielen, obgleich die Krankheit sich fast nur auf die Küstengebiete und die Niederungen der grossen Flussläufe beschränkt, so auf diejenigen des südlichen Nordamerikas (von dort aus den Mississippi hinauf), Brasiliens, Perus, Ost- und Westafrikas (auch Nillauf), Arabiens und Südasiens. Ein rasches Fallen der Temperatur verursacht rasche Abnahme der Krankheit.

Jede Nationalität und Rasse, jedes Alter und Geschlecht wird von der Krankheit heimgesucht, indessen zeigen sich bei den einzelnen Epidemien sehr bemerkenswerthe Unterschiede, indem in einigen Fällen am meisten die Europäer, am wenigsten die Eingeborenen von der Krankheit befallen werden, während in anderen Fällen sich die Sache umgekehrt verhält. Einmaliges Ueberstehen der Krankheit verleiht keine Immunität, vielmehr neigt erstere zu Rückfällen.

Die Ruhr, deren Erreger höchst wahrscheinlich eine Amöbe ist, ist eine in den Tropen endemische Krankheit, die ausserhalb des 40. Breitegrades nur noch epidemisch oder auch vereinzelt vorkommt. Die Verbreitung der Krankheit ist eine ausserordentlich grosse und hat eine grosse Aehnlichkeit mit derjenigen der Malaria. Hauptheerde der Ruhr sind die Westküste von Afrika vom Senegal bis zum Congo (eingeschlossen die Flussläufe), das Capland, die westlichen und östlichen Gestade des Kanals von Mozambique, Réunion, Mauritius, die Gegend von Zanzibar, Abessynien, der untere Nillauf, der Sudan, Marocco, Algier, Tripolis, die Süd- und Westküste Arabiens, Mesopotamien, die Thäler Syriens, Persien (theilweise), Vorder- und Hinterindien und der Archipel, die südlichen und östlichen Küstengebiete Chinas, die Westküste Australiens,

Tasmanien, Neu-Seeland, Neu-Caledonien, einige Inseln des Stillen Oceans, Centralamerika, Mündung des Amazonenstromes, Westküste von Südamerika bis zum 40. Breitegrad, die Antillen und (im geringeren Maasse) die Südstaaten von Nordamerika.

In den oben genannten Gegenden kommt die Ruhr zwar in allen Monaten des Jahres vor, am häufigsten aber in der heissen und trockenen Jahreszeit, und zwar meistens beim Beginne der trockenen Zeit. Ungewöhnlich kaltes Wetter dagegen hemmt, wie beim Gelbfieber, den Fortschritt der Krankheit, wie es in gemässigteren Gegenden die Epidemie zum Erlöschen bringt (vergl. Tabelle S. 302).

Wie die Höhe der Temperatur, so steht auch die Schwankung der Temperatur in einer innigen Beziehung zum Auftreten und zur Verbreitung der Krankheit, insbesondere aber spielt hierbei die tägliche Schwankung der Temperatur eine grosse Rolle. Die Feuchtigkeit der Luft scheint nur insofern einen Einfluss zu haben, als sie Prädisposition zur Krankheit hervorruft; hierauf deutet der Umstand hin, dass sie die feuchten Gegenden, wo Nebelbildung häufig ist, mit Vorliebe aufsucht. Die Erhebung über dem Meere scheint keinen wesentlichen Einfluss auf das Vorkommen der Krankheit auszuüben.

Indessen dürften weder die hohe Temperatur noch ihre starken Schwankungen den eigentlichen Grund zur Entstehung der Krankheit abgeben, sondern vielmehr hauptsächlich als Beförderer der wirklichen Krankheitsursache angesehen werden.

Einige Zahlenangaben mögen hier eine Stelle finden (nach Hirsch, vergl. auch unten Tabelle): In Senegambien (St. Louis) fallen auf 100 Todesfälle an Ruhr nach 6jährigen Beobachtungen auf April-Juni 9, Juli-September 29, October-December 40, Januar-März 22. Dieses Verhältniss gestaltet sich in Cayenne: 13,5 — 27 . 0 — 35,2 — 24 . 3, in St. Pierre (Martinique): 20,5 — 27 . 7 — 33,1 — 18,7. In Algier haben $^{2}/_{3}$ aller schweren Ruhrepidemien im Sommer, $^{1}/_{3}$ im Herbst geherrscht. —

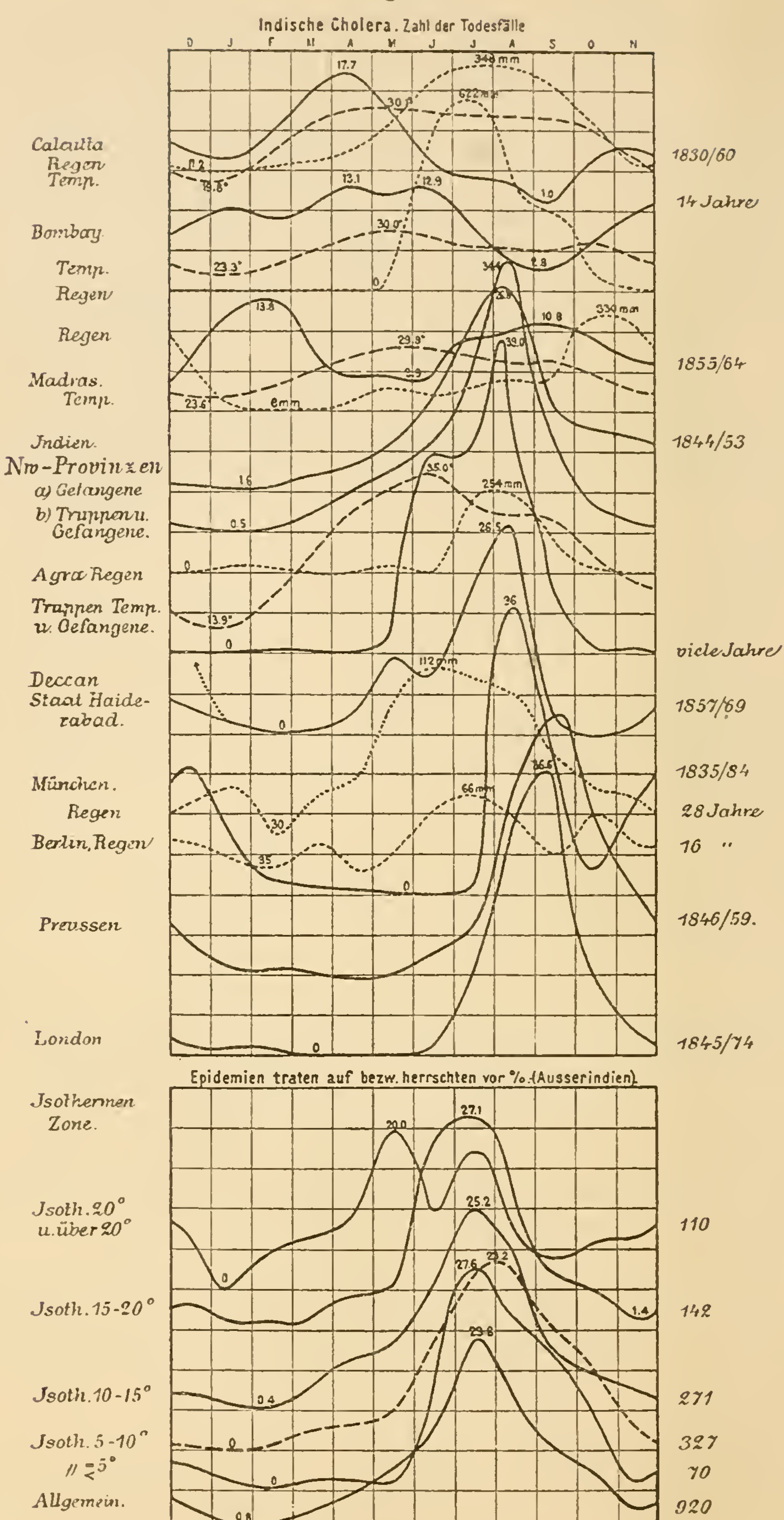
„In der Seuchengeschichte des 19. Jahrhunderts," bemerkt Hirsch, „spielt das Jahr 1817 eine für das Menschengeschlecht verhängnissvolle Rolle. In eben diesem Jahre begann die epidemische Verbreitung einer Krankheit über Indien, welche bis dahin in einzelnen Districten dieses Landes endemisch geherrscht hatte, in diesem und dem folgenden Jahre aber die ganze Halbinsel überzog, alsbald die Grenzen ihres Heimathlandes nach allen Richtungen hin überschritt, in ihrem weiteren Vordringen allmählich fast die ganze bewohnte Erdoberfläche heimgesucht und so den Charakter einer

Weltseuche angenommen hat, welche seitdem wiederholt ihre verheerenden Wanderzüge angetreten und auf denselben viele Millionen Opfer gefordert hat." Die Heimath der Seuche ist Indien, insbesondere Nieder-Bengalen, und daher wird sie auch die „Indische Cholera" genannt. In fünf grossen Zügen hat sie in diesem Jahrhundert mit ihren verheerenden Wirkungen ausgedehnte Länderstrecken überzogen; in dem Zeitraume von 1817—1823 verbreitete sie sich über das ganze Gebiet von Nagasaki, 147° ö. L. (Greenw.) bis nach der Syrischen Küste und 52° ö. L. und von Bourbon (Réunion) 21° s. Br. nach Astrachan 46° 21′ n. Br. Der zweite Wanderzug fiel auf den Zeitraum von 1826—1837, wo sie den grössten Theil der heissen und der gemässigten Zonen heimsuchte. Die dritte Pandemie fand in den Jahren 1846—1863 statt, in welchen sich die Seuche fast über die ganze nördliche Hemisphäre ausbreitete und südwärts bis zu 25° in der Alten und bis zu 30° in der Neuen Welt hinabreichte. Die vierte Epidemie erstreckte sich auf den Zeitraum von 1865—1875; sie unterscheidet sich von den übrigen dadurch, dass sie mit ausserordentlicher Schnelligkeit auf dem Seewege von der arabischen Küste nach Europa kam. Mit dem Jahre 1883 verbreitete sich die Krankheit von Mekka nach Aegypten, im Jahre 1884 brach sie in Toulon und Marseille aus und breitete sich dann in dem Zeitraum 1884—1886 über Südfrankreich, Italien, Südspanien und Oesterreich-Ungarn aus, während gleichzeitig Südamerika, China und Japan von der Krankheit befallen wurden. In den Jahren 1888—1889 mehrten sich die Cholerafälle in Indien, die Cholera machte einen Vorstoss bis nach Bagdad hin, während Europa frei blieb. Im Jahre 1890 trat sie in Mekka wieder heftig auf, ebenso gleichzeitig in Spanien und Japan, im Frühjahr 1892 breitete sie sich über Afghanistan und Persien nach Russland aus, während gleichzeitig im Zuchthause von Nanterre die Seuche mit grosser Heftigkeit ausbrach. Im Frühsommer wurde Frankreich, etwas später auch Holland und Deutschland heimgesucht, wo sie namentlich in Hamburg mit ausserordentlicher Heftigkeit wüthete. Ob die Cholera aus Nordfrankreich (Havre) oder von russischen Auswanderern nach Hamburg verschleppt wurde, konnte mit Bestimmtheit bis jetzt nicht festgestellt werden; das Letztere ist wohl am wahrscheinlichsten.

Der Erreger der Cholera ist die Kommavibrione, welche von Koch entdeckt und weiter studirt wurde.

Neben den örtlichen Verhältnissen bedingen auch die Witterungserscheinungen einen begünstigenden oder hemmenden Einfluss

Fig. 38.



Indische Cholera. Zahl der Todesfälle
D J F M A M J J A S O N
Calcutta Regen Temp.
1830/60
14 Jahre
Bombay
Temp.
Regen
Regen
Madras. Temp.
1855/64
Indien. Nw-Provinzen
a) Gefangene
b) Truppen u. Gefangene.
1844/53
Agra Regen
Truppen Temp. u. Gefangene.
viele Jahre
Deccan Staat Haide-rabad.
1857/69
München.
Regen
Berlin, Regen
1835/84
28 Jahre
16 "
Preussen
1846/59.
London
1845/74
Epidemien traten auf bezw. herrschten vor %. (Ausserindien).
Jsothermen Zone.
Jsoth. 20° u. über 20°
110
Jsoth. 15-20°
142
Jsoth. 10-15°
271
Jsoth. 5-10°
327
// ≶5°
70
Allgemein.
920

aus. Die nebenstehende Fig. 38 veranschaulicht den Gang der Cholerahäufigkeit in der jährlichen Periode, wobei bei einigen Stationen auch der Gang des Regenfalls und der Temperatur für die einzelnen Monate eingetragen ist (vergl. auch Tabelle S. 302).

Hiernach ist die Cholerahäufigkeit in Beziehung zu den Wärme- und Regenverhältnissen eine sehr verschiedene. In Kalkutta beginnt die Cholera vor Anfang der heissen Zeit und der Regenzeit und wird geringer nach Eintritt der heissen Jahreszeit und nach Beginn der Regen. Aehnlich verhält es sich in Bombay; in Madras fällt die geringste Häufigkeit der Krankheit mit der heissen Jahreszeit und mit der Trockenzeit zusammen, wogegen in den Nordwestprovinzen die grösste Häufigkeit und die Regenzeit im allgemeinen zusammenfallen[1]). In höheren Breiten haben der Spätsommer und Frühherbst durchschnittlich die meisten, die Wintermonate die wenigsten Cholerafälle aufzuweisen.

Die oben erwähnten Unterschiede dürften aus dem Verhalten des Bodens sich erklären lassen, indem sowohl eine grosse Trockenheit als auch eine völlige Durchnässung des Bodens der Entwickelung der Krankheit nicht günstig sind. Die günstigste Bedingung für die Entwickelung der Cholera scheint ein mässig durchfeuchteter Boden zu sein, welcher der Luft noch hinreichend freien Zutritt gestattet, um eine lebhafte Zersetzung der organischen Stoffe hervorzubringen, wobei die grössere Wärme fördernd wirkt. Man hat die Erfahrung gemacht, dass die Cholera meistens auftritt, wenn das Grundwasser fällt, und zwar, wenn nach vorhergegangener nasser Witterung trockene Wärme folgt. — Auch das Trinkwasser spielt bei der Entwickelung der Cholera jedenfalls eine bedeutende Rolle, wie die neuerlichen Erfahrungen in Hamburg gezeigt haben.

Der Wind hat nach vielen Untersuchungen und Erfahrungen keinen directen Einfluss auf die Verbreitung der Krankheit, wohl aber indirect insofern, als durch den Lufttransport solche Witterungszustände aus der einen in die andere Gegend übertragen werden, welche der Entwickelung der Krankheit günstig sind oder nicht.

Hauptsächlich, ja fast ausschliesslich ist es aber der Verkehr, welcher die Cholera von Ort zu Ort, von Gegend zu Gegend verschleppt, wobei dann die gegebenen Verhältnisse hemmend oder fördernd einwirken.

---

[1]) Bei Dekhan wurde die schwere Epidemie 1868/69, wo der December eine ausserordentlich grosse Sterblichkeit hatte, nicht in Rechnung gebracht.

Eine ausgesprochene Tropenkrankheit ist der Leberabscess (eitrige Leberentzündung), welcher nicht selten mit der Malaria verbunden ist. Die Krankheit ist am meisten verbreitet in Vorder- und Hinterindien (Höhenlagen ausgenommen), im Indischen Archipel, an den Südostküsten von China und Japan, in Neukaledonien, am Persischen Golf, in Arabien, Aegypten, auf Madagaskar und an der gegenüberliegenden Küste von Afrika, auf Mauritius, in Nubien und Aegypten, an der westafrikanischen Küste von Senegambien bis Kap Frio, in Chile, in den Küsten- und Waldregionen von Peru, in Venezuela, Panama, in Costarica und in Salvador. In Europa kommt der Leberabscess hauptsächlich in der Türkei, Griechenland, Italien und Südspanien vor, endemisch ist er nur in den Tropen.

Die Zahl der Erkrankungen unter den europäischen Truppen betrug nach Chevers in der Präsidentschaft Bengalen (43 Jahre) 2,9%, in der Präsidentschaft Bombay (51 Jahre) 3,8%, in der Präsidentschaft Madras (12 Jahre) 6,3%, nach Marshall auf Ceylon 5,5%. In Indien ist die Krankheit am Ende der Regenzeit und in der kälteren Jahreszeit am häufigsten; von 243 Todesfällen entfielen nach Waring 41,6% auf die kalte, 32,5% auf die Regenzeit, 25,9% auf die heisse Jahreszeit.

Neben der nasskühlen Jahreszeit aber sind es starke tägliche Schwankungen der Temperatur (heisse Tage gefolgt von kalten Nächten), welche das Vorkommen und die Ausbreitung der Krankheit begünstigen. Andererseits aber macht die Malaria für den Leberabscess empfänglich, ohne dass die Verbreitung beider Krankheiten gerade zusammenfällt. Dass auch der Alkoholgenuss der Entstehung der Krankheit Vorschub leistet, geht daraus hervor, dass hauptsächlich Europäer männlichen Geschlechts von ihr befallen werden, und dass die Muselmänner verhältnissmässig selten von der Krankheit zu leiden haben. Ein Zusammenhang mit der Ruhr scheint nicht vorhanden zu sein.

Eine grosse Verbreitung in den Tropen hat die Beri-Beri-Krankheit (Lähmung und Gefühllosigkeit der Extremitäten) sowohl in der alten als in der neuen Welt. Hauptheerde der Krankheiten sind die Japanischen Inseln, zum Theile China, der Malayische Archipel, die Küstengebiete Indiens, Burma, Singapore, Ceylon, Mauritius, Réunion, Zanzibar, Congothal, Cuba, Guadeloupe, Cayenne, Paraguay, ein grosser Theil Brasiliens und S. Francisco. Dabei sei bemerkt, dass einzelne Krankheitsheerde oft enge umgrenzt sind und auf Schiffen in verhältnissmässig hohen Breiten die Krankheit als Epidemie auftreten kann.

Die Entwickelung der Epidemie steht zweifellos in Abhängigkeit von der Jahreszeit, also auch von den den Jahreszeiten entsprechenden Witterungsverhältnissen, und zwar von hoher Luftfeuchtigkeit und extremen Schwankungen der Temperatur. So entfielen von 572 Erkrankungen (in 3 Jahren) unter den eingeborenen Truppen in den nördlichen Gebietstheilen von Madras (nach Hirsch):

Heisse Zeit		Regenzeit		Kalte Zeit	
März	19	Juli	34	Dec.	54
April	27	Aug.	68	Jan.	25
Mai	13	Sept.	99	Febr.	17
Juni	27	Oct.	90		96
	86	Nov.	99		
			390		
	15 %		68 %		17 %

Zu Tokio vertheilten sich 2224 Erkrankungen (1879/81) auf:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
37	23	39	124	212	341	632	537	194	64	17	4

Der Eintritt der kalten trockenen Jahreszeit pflegt ein Erlöschen der Epidemie herbeizuführen. — Das vorzugsweise Vorkommen der Krankheit an Meeresküsten und Flussufern und die Abwesenheit derselben auf Hochplateaus und in gebirgigen Gegenden lässt auf Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen schliessen.

Der Aussatz, welcher in allen Klimaten, hauptsächlich aber in den tropischen Gegenden vorkommt, und dessen Erreger ein Bacillus (B. leprae) ist, hat an und für sich keine Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. Indessen scheinen hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowie starke Temperaturschwankungen geeignet, die Entstehung und Verbreitung der Krankheit zu fördern. Die eigentlichen Ursachen der Krankheit sind hauptsächlich örtliche Verhältnisse, Lebensweise, Wohnung, Mangel an Reinlichkeit, vielleicht auch Rassenverschiedenheiten. In den vorigen Jahrhunderten gehörte die Krankheit zu den am weitesten verbreiteten, gegenwärtig ist das Vorkommen derselben stark beschränkt worden.

Eine exquisit tropische Krankheit sind die Yaws (oder Framboësia, eine chronisch verlaufende Hautkrankheit), welche hauptsächlich die farbigen Rassen, insbesondere aber Kinder befallen. Die Verbreitungsgebiete der Yaws sind: die westafrikanischen Küstengebiete etwa von 20° n. Br. bis 20° s. Br., das westliche Sudan (namentlich Timbuktu und Bornu), die nördlichen Küsten Afrikas, das Nilthal, Madagaskar, Mozambique, Comoren, Molukken, Java,

Sumatra, Macassar, Ceylon, Neucaledonien, Fiji, Samoa, Pondichery (Hindus), westindische Inseln, Brasilien, Guiana, Punta Arenas.

Hohe Temperatur und feuchte Luft scheinen zur Entwickelung dieser Krankheit nothwendig zu sein, indessen sind diese meteorologischen Verhältnisse nicht nothwendig mit Yaws verknüpft, wie es beispielsweise die fast völlige Abwesenheit der Yaws in Indien, wo doch hohe Temperaturen verbunden mit grosser Feuchtigkeit der Luft herrschen, beweisen kann.

Andererseits sind es schlechte Wohnungsverhältnisse, mangelhafte Ernährung und überhaupt hygienische Missverhältnisse, welche die Entstehung und Entwickelung in hohem Maasse begünstigen.

Nur auf Indien beschränkt ist der Madurafuss (Krankheit der Haut und der unterhalb derselben gelegenen Theile des Fusses, seltener der Hand), von welchem namentlich die Hindus im ersten Mannesalter befallen werden. Bestimmte örtliche Verhältnisse, sowie Bodenverhältnisse scheinen die Entstehung und Entwickelung der Krankheit zu bedingen; bevorzugt werden niedrig gelegene Gegenden mit starken Regenfällen und grosser Bodenfeuchtigkeit.

Die Elephantiasis (krankhafte Verdickung der Haut und des Unterhautbindegewebes, hauptsächlich an den Beinen) kommt zwar in allen Gegenden der Welt gelegentlich vor, andererseits herrscht sie aber in vielen Gegenden der Tropen und Subtropen, insbesondere in den Küstengebieten, und zwar nach Felkin auf der östlichen Hemisphäre von 35° n. Br. bis 25° s. Br., auf der westlichen von 25° n. Br. bis 30° s. Br. Einzelne Fälle kommen auch in der Türkei, Südfrankreich, Südspanien, Lissabon, Südirland und Ostschottland vor.

Die Krankheit ist an hohe Temperatur und Feuchtigkeit der Luft gebunden, wobei dieselbe in denjenigen Jahreszeiten ihren Beginn zu nehmen pflegt, in welchen starke Temperaturwechsel herrschen, so dass Erkältungen die Hauptursachen der Erkrankungen abgeben. Dabei sei bemerkt, dass die Krankheitsheerde örtlich meist scharf begrenzt sind, so dass die Umgebung oft unter gleichen klimatischen Verhältnissen verschont bleibt. Die Bodenfeuchtigkeit (Versumpfung des Bodens) scheint hierbei eine besonders wichtige Rolle zu spielen.

Das endemische Vorkommen des Guinea- oder Medinawurms (Filaria medinensis; erzeugt bösartige Hautgeschwüre) beschränkt sich auf grosse Gebiete der alten Welt; Hauptheerde der Krankheit sind: die Westküste von Afrika vom Senegal bis Cap Lopez, die Negergebiete, die Distrikte am oberen Nil, die Ostufer des Rothen und Persischen Meeres, die Westseite Vorderindiens. Ver-

einzelt kommt die Krankheit vor auf Curaçao und in einem kleinen Gebiete der Provinz Bahia (Feira da Sta. Anna).

Die Krankheit befällt alle Rassen, beide Geschlechter und alle Alter und ist hauptsächlich gebunden an hohe Temperaturen verknüpft mit grosser Feuchtigkeit; am häufigsten ist sie bei beginnendem Regen und in der nachfolgenden Hitzeperiode.

In früheren Jahren war die Pest über sehr weite Gebiete der Erdoberfläche verbreitet, gegenwärtig beschränkt sich das Verbreitungsgebiet auf die subtropischen Gegenden des Mittelmeerbeckens und Südasiens.

Ihr Vorkommen ist an die Jahreszeiten in der Art gebunden, dass sie in der Regel im Winter beginnt, im Frühjahr an Häufigkeit zunimmt und bei extrem hoher Temperatur ihr Ende nimmt. Ebenso hemmt oder beendet extrem niedrige Temperatur die Krankheit. Die Witterungserscheinungen bestimmen also vorzugsweise diese Krankheitserscheinungen, andererseits sind es hygienische Schädlichkeiten, wie schlechte Wohnungen, Anhäufung von Schmutz und thierischen Auswurfsstoffen, welche in hohem Grade fördernd einwirken, so dass diese Krankheit hauptsächlich die niedere, ärmere Bevölkerung befällt.

2. Hygiene der gemässigten Zonen.

Von hervorragender Bedeutung für die Hygiene der gemässigten Zonen ist der Wechsel der Jahreszeiten mit seinen scharfen Kontrasten sowohl in der Wärme und Feuchtigkeit, als auch in der Vegetation, wobei die maritime und kontinentale Lage bedeutend ins Gewicht fällt. Hier fehlt die gleichmässig anhaltende und entnervende Wärme, die den Tropen eigen ist, und ebenso die dem Pflanzen- und Thierleben feindliche andauernde Kälte der Polargegenden. Dagegen finden in den gemässigten Zonen häufige und starke Schwankungen der Witterungserscheinungen statt, welche in dem Inneren der Kontinente in Bezug auf Wärme einen so extremen Charakter annehmen, dass sie den Extremen der Tropen sowohl als auch der arktischen Regionen gleichkommen oder dieselben sogar noch übertreffen. In der jährlichen Periode stehen sich intensiv warme Sommer und äusserst strenge Winter (mit einer nach dem Meer hin zunehmenden Milderung) schroff gegenüber, die Uebergangszeiten (Frühling und Herbst) zeigen häufigen und grossen Witterungswechsel, so dass der Ausdruck „gemässigte Zonen“ vom rein

meteorologischen Standpunkt wohl kaum gerechtfertigt erscheinen dürfte. Aber gerade dieser Wechsel der kalten und warmen Jahreszeit mit seinen häufigen und starken Schwankungen ist es, welcher so ausserordentlich wohlthätig anregend auf Körper und Geist einwirkt, wogegen die Monotonie der Tropenwärme und der Polarkälte eine allseitige und fortschreitende Entwickelung der menschlichen Kultur nicht aufkommen lässt.

Dass die klimatischen Verschiedenheiten innerhalb der gemässigten Zonen schon einen sehr bedeutsamen Einfluss auf den Volkscharakter ausüben können, das zeigen sehr deutlich die Nord- und Südländer der gemässigten Zonen.

„Man ist geneigt," bemerkt Ratzel[1]), „selbst jene Unterschiede des Volkscharakters, welche man zwischen nördlichen und südlichen Stämmen eines und desselben Volkes findet, auf klimatische Ursachen zurückzuführen. Man hört die Meinung aussprechen, der heitere Südgermane sei eine sonnige Natur, während den Angelsachsen der Nebel seines Klimas trübsinnig oder mindestens ernst mache. Die Deutschen sind sogar geneigt, unter sich einen nordischen und südlichen Charakter zu unterscheiden, und während der Süddeutsche gern von seiner Gemüthswärme redet, rühmt sich der Norddeutsche seiner Energie und seiner rastlosen Thätigkeit. Derartige Ansichten erinnern etwas an nationale Vorurtheile und würden kaum der Berücksichtigung werth erscheinen, wenn sie nicht auffallender Weise bei einer grossen Anzahl Völker wiederkehrten. Ungefähr denselben Gegensatz finden wir zwischen Engländern und Schotten. Jene, die uns schon verschlossen und ernst genug vorkommen, werden von diesen als heiter, gesprächig, laut, diese dagegen als verschlagen und geizig geschildert. Aber die Schotten sind sicherlich auch eines der energisehsten und ausdauerndsten Völker. Dass etwas an dem Unterschiede ist, das zeigt sich nirgends deutlicher als in den Ländern, wo die beiden Völker neben einander als Kolonisten aufgetreten sind. So in Nordamerika, wo der Schotte durch seine Fähigkeit, auch unter den elendesten Verhältnissen vorwärts zu kommen, sprichwörtlich geworden ist. Der Nordfranzose schilt den Provençalen träg und schmutzig, woraus sich indessen dieser in seiner Sanges- und weinfrohen Heiterkeit wenig macht. In Spanien ist der Galicier und Catalane weitaus fleissiger und unternehmender als der Andalusier, und in Italien ist der ent-

[1]) Anthropo-Geographie S. 314.

sprechende Gegensatz zwischen dem Piemontesen und Kalabresen auf der andern Seite — ganz abgesehen von dem Sicilianer und Inselbewohner — sehr auffallend. Auch der Südrusse wird als heiterer geschildert, als der Nordrusse, wiewohl die slavische Melancholie ihm auch nicht fremd ist. Der Südchinese und vor allem der Kantonese gilt für heissblütiger und leichtlebiger als der Nordchinese, aber ist wenigstens in den dichtbevölkerten Küstenprovinzen, vor Allem in Kwangtung, nicht minder arbeitsam. Er muss es trotz der Hitze sein. Aber in den Feierstunden liebt er Spiel, Gesang und Schmausereien. Sogar vom Südaraber wird behauptet, dass er wenig von der Würde des Arabers von Nedschd oder von Damaskus aufzuweisen habe. Kurz, überall, wohin man blickt, mehr Heiterkeit, aber auch mehr Trägheit und Willensschwäche im Süden.

„Im Zusammenhang damit darf man die Frage aufwerfen, ob es Zufall sei, dass so oft von Norden her die Eroberer und Staatengründer gekommen sind, welche die Südländer unterwarfen? An die Rolle, welche Deutschland so lange gegenüber Italien oder welche die nordspanischen Königreiche in den Maurenkriegen oder die Norditaliener in Mittel- und Süditalien gespielt, ist nur zu erinnern. So sind die Chinesen von den Mandschuren und die Inder von den Mongolen unterworfen worden, und die Kaffernstämme dringen erobernd aus dem gemässigten nach dem tropischen Afrika vor. Und nicht blos der Vortheil der Gestähltheit ist auf Seiten der aus kühleren Klimaten Kommenden, sondern es haben auch darin die Völker der letzteren sicherlich einen grossen Vorzug vor denen wärmerer, dass sie im Stande sind, zu der körperlichen Kraft und Stählung und Energie des Geistes, die ihnen eigen, noch die feinere Kultur der letzteren sich anzueignen, während diese nicht im Stande sind oder nicht die Neigung haben, umgekehrt zu tauschen. Die ersteren werden also bei der Berührung immer bevorzugt sein. Selbstverständlich finden diese Vortheile ihre Grenzen, wenn man aus äquatorialen nach polaren Regionen wandert, die gemässigte Zone überschreitet, und entfalten sich am kräftigsten mitten zwischen den beiden.

„Betrachtet man im einzelnen die Lebensweise der Nord- und Südländer der gemässigten Zone, so findet man zahlreiche kleine Unterschiede, welche auf die Klimaverschiedenheiten zurückzuführen sind und sich zuletzt doch zu ganz beträchtlichen Differenzen summiren; die Lebensweise des Nordländers ist in der gemässigten Zone fast immer eine häuslichere, umsichtigere, sparsamere als die

des Südländers. Er ist nicht immer mässiger als dieser, aber er muss seine Genüsse theurer bezahlen. Der Südländer kann sich in günstigen Umständen mehr gehen lassen, er braucht nicht ebensoviel zu arbeiten, nicht so peinlich für schlechte Zeiten vorzusorgen; aber andererseits ist er in minder günstigen Verhältnissen bei seiner billigeren Ernährung schlechter bezahlt, und dieses zusammen mit der ihm eigenen Sorglosigkeit neigt zur Schaffung einer Armut, eines Proletarierthums, das, wenn auch leicht ertragen, doch immer degradirend ist. Ein proletarischer Zug ist den Italienern und Spaniern hoch hinauf eigen und erzeugt eine Nivellirung nach unten, während umgekehrt bei uns der Adel der Arbeit auch die niederen Klassen höher hebt und tief hinab einen Zug von Selbstachtung sich verbreiten lässt, welcher nicht anders als veredelnd auf grosse Theile des Volkes wirken kann."

Ueber den Gegensatz der Nord- und Südländer der Vereinigten Staaten bemerkt Drapers[1]):

„Im Norden theilt der Wechsel von Winter und Sommer dem Leben der Menschen seine gesonderten und verschiedenen Pflichten zu. Der Sommer ist die Zeit der Arbeit im Freien, der Winter wird in den Häusern zugebracht. Im Süden kann die Arbeit ohne Unterbrechung fortgehen, wenn sie schon verschieden ist. Der Bewohner des Nordens muss heute schon vollbringen, was der des Südens bis morgen aufschieben kann. Aus diesem Grunde muss der Nordländer arbeitsam sein, während der Südländer träge sein darf und weniger Neigung zur Vorsicht und zu den geregelten Gewohnheiten haben kann. Die Kälte, welche eine zeitweise Unterbrechung der Arbeit mit sich bringt, giebt damit auch die Gelegenheit zum Nachdenken, und damit gewöhnt sich der Nordländer, nicht ohne Ueberlegung zu handeln, und ist langsamer in seinem Beginnen und seinen Bewegungen. Der Südländer ist geneigt, ohne Ueberlegung zu handeln, und erwägt nie die letzte Folge von dem, was er zu thun im Begriff ist. Der eine ist vorsichtig, der andere impulsiv. Der Winter mit seinem Mangel an Freude und Behaglichkeit wird dem Nordländer zum grössten Segen, denn er lehrt ihn, sich an den häuslichen Heerd und seine Familie anzuschliessen. In Kriegszeit aber erweist sich dieser Segen als eine Schwäche, er wird besiegt, wenn seine Wohnstätte genommen wird. Der Südländer fragt nichts darnach. Abgeschnitten von den Anregungen

[1]) Hist. of the Amer. Civil War 1867, I, 100.

der Natur während einer so langen Zeit des Jahres, wird das Gemüth des Nordländers mit sich selbst mehr beschäftigt, es begnügt sich mit nur wenigen Ideen, die es von den verschiedensten Gesichtspunkten betrachtet. Es ist fähig, sich innig an etwas zu heften und es mit der fanatischsten Ausdauer zu verfolgen. Ein südliches Volk, das beständig unter den Einflüssen des freien Himmels lebt, welches beständig den verschiedensten Gedanken zugänglich ist, wird sich in einem Ueberfluss von Ideen treiben lassen und sie alle oberflächlich behandeln; mehr flüchtig als nachdenkend, wird es nie beständige Liebe zu einer festen Einrichtung fassen. Ist der Nordländer einmal entschlossen zu handeln, so wird ein Entschluss, der nur auf die Vernunft gegründet ist, die Begeisterung des Südländers überdauern. Im physischen Muth sind sich beide gleich, aber der Nordländer wird überlegen sein durch das Gewohntsein an Arbeit und Methode und seine unerschöpfliche Ausdauer. Um den unter Dach lebenden Menschen zu überzeugen, muss man an seinen Verstand appelliren; um dasselbe bei dem zu bewirken, der unter freiem Himmel lebt, muss man sich an seine Gefühle wenden."

Ohne Zweifel sind wir zur Annahme der Thatsache berechtigt, dass der Mensch durch den Einfluss der klimatischen Verhältnisse nach einer gewissen Richtung hin umgebildet wird, ein Vorgang, welcher im Pflanzen- und Thierreiche allgemein bekannt ist.

Ist nun aber die Wirkung des Klimas so bedeutend, dass sie den ganzen Menschen umbilden kann, so sind zweifellos auch die einzelnen Phasen der Witterungserscheinungen, wie sie in der jährlichen Periode sich zeigen, von grossem Einflusse auf das menschliche Wohlbefinden, sei es, dass die Folgeerscheinungen ganz allmählich oder rascher eintreten.

Das, was wir Wetter nennen, nämlich die Wechselwirkung der meteorologischen Elemente, wird seinem Charakter nach durch das Vorwalten eines oder mehrerer dieser Faktoren bestimmt, wie wir es oben S. 222 ff. angegeben haben. Ist der Witterungscharakter ein normaler, d. h. sind die Wirkungen aller Witterungselemente dem Durchschnitte entsprechend, so können daraus für den menschlichen Organismus keine schädlichen Folgen entspringen, wohl aber dann unter Umständen, wenn der eine oder der andere Faktor in extremer Weise vorwaltet, insbesondere dann, wenn dieser Uebergang zum extremen Zustande unvermittelt, plötzlich erfolgt. So sind in extrem heissen Sommern Hitzschlag und Sonnenstich, in extrem strengen Wintern Erkältungskrankheiten, Erfrierungen zu befürchten; ferner

sind rasche und starke Witterungswechsel häufig mit dem Auftreten und der Entwickelung vieler Krankheiten verknüpft, wobei Temperatur, Feuchtigkeit und Winde eine bedeutungsvolle Rolle spielen. Wenn auch dem Menschen mancherlei Mittel zu Gebote stehen, sich gegen die Unbilden der Witterung wirksam zu schützen, so insbesondere durch Wohnung und Kleidung, so zeigt sich doch, dass die Witterungserscheinungen in ihrem jährlichen Verlauf einen entschiedenen Einfluss auf unsere Gesundheitsverhältnisse haben, wie solches aus der Statistik der Erkrankungen und Todesfälle ganz deutlich hervorgeht, wie wir nun sofort zeigen werden.

Vergleichen wir die Sterblichkeits- und Erkrankungsverhältnisse mit den Jahreszeiten, so finden wir einen unverkennbaren Zusammenhang. Die folgende kleine Zusammenstellung veranschaulicht die mittlere Sterblichkeit in Deutschland (pro Mille):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
78	87	92	**93**	86	81	75*	79	89	86	76	75*
	257			260			243			237	

In der obigen Zusammenstellung sind alle Fälle eingeschlossen, ohne Rücksicht auf das Alter und die Todesursache. Der Gang der Todesfälle in der jährlichen Periode ist aber für die verschiedenen Altersstufen und Todesursachen, wie die Erfahrung gelehrt hat, nicht in allen Fällen derselbe, sondern zeigt sehr erhebliche Unterschiede, ja oft ein ganz entgegengesetztes Verhalten. Indessen ergeben sich im Durchschnitte zwei unverkennbare Maxima, nämlich im März und im August, getrennt durch zwei Minima im Juni und im November. Nach Jahreszeiten finden die meisten Todesfälle im Frühjahr, dann im Winter und Sommer, die wenigsten im Herbste statt.

Die grösste Sterblichkeit in den Frühlingsmonaten, dagegen die geringste im Herbst zeigt auch die folgende von Renk gemachte Zusammenstellung für München. Die Häufigkeit, dass ein Monat mit grösster oder geringster Sterblichkeit im Laufe von 35 Jahren auftrat, war nachstehende:

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	
Maximum . . .	4	2	—	**11**	4	7	2	1	4	—	—	—	mal
Minimum . . .	2	3	1	—	—	—	2	2	4	**10**	4	7	mal
Monatsmittel .	474	507	500	**559**	541	542	480	470*	**530**	461	436	429*	

Die Maxima und Minima in der jährlichen Periode traten ein in:

	Haupt-maximum	Neben-maximum	Haupt-minimum	Neben-minimum
Norwegen	April	November	August	Februar
Bayern	März	September	Juli	October
Belgien	Februar	September	Juli	October
Italien	August	Januar	Mai	November
Frankreich, überhaupt . .	Februar	September	Juni	November
Alter 0—1 Jahr	August	Februar	Mai, Juni	Nov., Dec.
„ 1—10 „	Aug., Sept.	Febr., März	December	Juni
„ 10—30 „	Febr., März	September	Juli, August	December
„ 30—50 „	Februar	September	Juli	Oct.—Dec.
„ 50—70 „	Jan.—März	—	Juni—August	—
„ 70 u. mehr	Jan., Febr.	—	Juli	—
Deutschland	März	August	Jan. und Nov.	—
Berlin, Alter bis zu 1 Jahr	Juli	December	November	Februar

Die folgende Tabelle enthält nach Lombard (Traité de Climatologie Médicale) die Vertheilung der Sterblichkeit nach Jahreszeiten:

Land oder Stadt	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	December bis März	Juni bis September
Island	20,2	19,4*	33,3	27,1	26,6	**42,6**
Norwegen	27,0	**28,8**	21,9*	22,3	**36,5**	29,3
Schweden	26,1	**28,8**	20,2*	24,8	**36,2**	28,7
Dänemark	26,5	**28,9**	23,5	21,2*	**36,3**	30,2
Holland	**27,5**	25,6	23,4*	23,4*	**36,7**	31,6
Schottland	**28,1**	26,6	22,9	22,4*	**37,7**	29,9
Belgien	**28,3**	27,8	21,8*	22,0*	**38,4**	29,2
Frankreich	27,2	**27,9**	21,9*	23,0	**37,5**	30,4
Spanien	23,1	21,5*	27,5	**27,9**	30,5	**37,5**
Italien	**26,1**	22,9*	25,7	25,3*	**34,4**	30,2
Schweiz	**27,5**	27,1	23,8	21,6*	**36,7**	31,3
Vereinigte Staaten .	24,3	**28,8**	24,3	22,6*	**34,2**	32,8
Amsterdam . . .	**27,6**	26,0	22,4*	24,0	**37,1**	30,0
Edinburg	**27,6**	25,8	23,0*	23,6	**36,8**	30,4
Paris	26,8	**29,0**	22,0*	22,3	**36,6**	29,5
Marseille	25,2	22,5*	**28,7**	23,6	32,7	**37,1**
Philadelphia . . .	24,0	25,4	**29,5**	21,2*	32,9	**36,8**
New-York	23,9	23,7	**28,9**	23,5*	32,2	**37,8**
Turin	**26,9**	25,0*	25,3	22,8	**35,8**	32,9
Genua	24,8	21,9*	26,2	**27,2**	32,8	**39,2**
Mailand	**28,8**	26,0	26,7	18,5*	**37,7**	34,2
Venedig	**29,1**	24,2	24,4	22,4*	**38,0**	31,4
Rom	**29,8**	23,8	22,9*	23,5	**38,6**	30,5
Neapel	**27,7**	27,0	24,3	21,0*	**37,7**	31,5

Die in den vorstehenden Tabellen enthaltenen Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der Sterblichkeit in den verschiedenen Monaten und Jahreszeiten haben hauptsächlich ihren Grund darin,

dass die verschiedenen Altersstufen mit hineingerechnet wurden, obgleich diese einen eigenen Gang der Sterblichkeit in der jährlichen Periode aufweisen, und dann insbesondere, dass die Häufigkeit der Sterblichkeit je nach den verschiedenen Todesursachen in

Fig. 39.

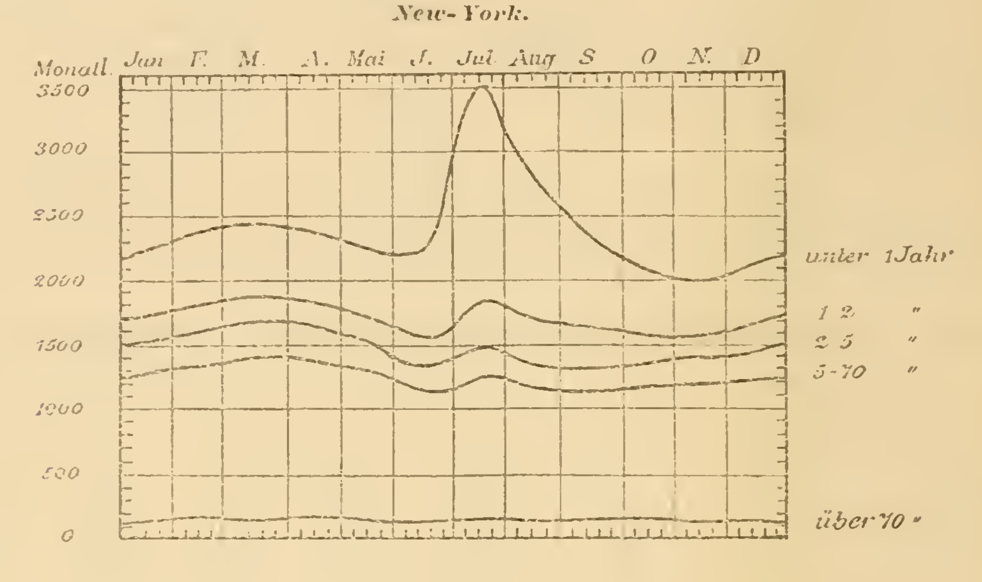
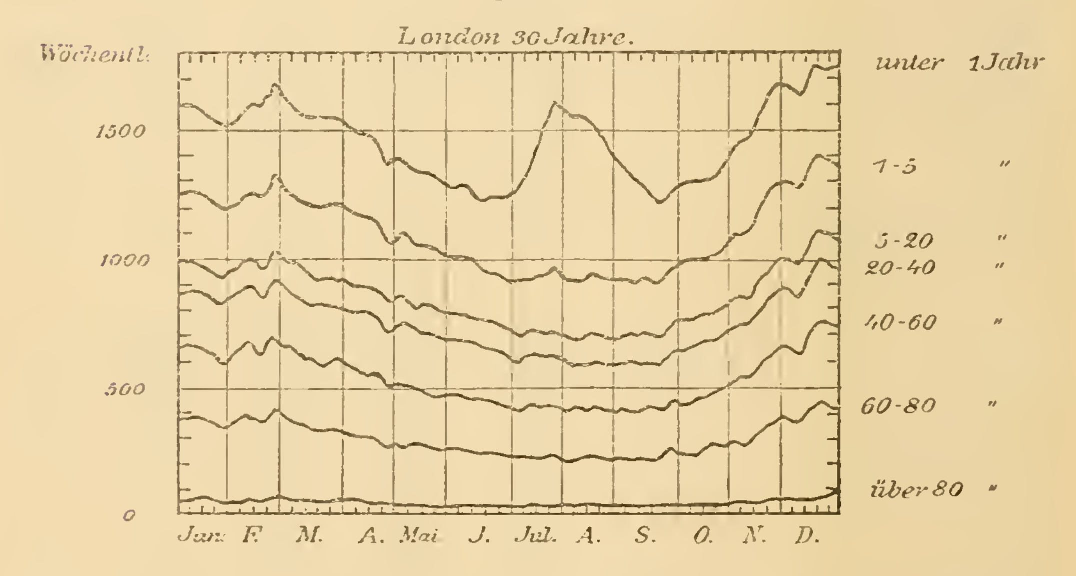


Fig. 40.



der jahreszeitlichen Periode eine verschiedene ist, wobei die einzelnen Klimate wieder ein verschiedenes Verhalten zeigen.

Die Fig. 39 und 40 für New-York und London zeigen die Vertheilung der Gesammtsterblichkeit für die einzelnen Monate des Jahres in Bezug auf die einzelnen Altersstufen beider Geschlechter ohne Rücksicht auf die Todesursachen [1]). Für New-York sind die monat-

[1]) Journal of the Scottish meteor. Society, vol. V, S. 185.

lichen, für London die wöchentlichen langjährigen Durchschnittswerthe zu Grunde gelegt.

Die grosse Sterblichkeit kleiner Kinder im Sommer ist für beide Orte auffallend gross, insbesondere für New-York, wo diese im Juli zu einem ausserordentlich hohen Werthe ansteigt, während sie in London nur ein sekundäres Maximum erreicht. Mit höherem Alter flacht sich für New-York die Kurve immer mehr ab, für London geht sie rasch in ein Minimum über. Die gesündesten Monate sind für New-York der November und Oktober, dann der Juni, für London der September und der Juni.

Unterscheidet man die Krankheiten nach den einzelnen Jahreszeiten, so ergeben sich im allgemeinen zwei Hauptgruppen von Erkrankungen, von denen die einen hauptsächlich in den Sommer, die anderen hauptsächlich in den Winter fallen, wie die folgenden Tabellen anschaulich zeigen. (Unter Winter sind die Monate December, Januar, Februar, unter Frühling die Monate März, April, Mai, unter Sommer die Monate Juni, Juli, August, und unter Herbst die Monate September, Oktober, November verstanden; ein * bezeichnet, dass hier die Monate Januar, Februar, März den Winter, die Monate April, Mai, Juni den Sommer und so fort umfassen.) Die Zahlen der Tabelle sind hauptsächlich als Relativzahlen zu nehmen.

Unsere Tabelle zeigt ein entschiedenes Abhängigkeitsverhältniss der Häufigkeit der Erkrankungen und Todesfälle von den Jahreszeiten, welches durch die Einflüsse der Witterungserscheinungen in der jährlichen Periode entweder unmittelbar oder mittelbar hervorgerufen wird. In den wenigsten Fällen werden durch die unmittelbare Wirkung des einen oder anderen meteorologischen Elementes Krankheiten hervorgerufen, sondern meistens sind es andere Ursachen, welche das Entstehen und die Entwickelung der Krankheiten begünstigen oder hemmen, aber diese stehen dann wieder mit den Witterungsverhältnissen in einem mehr oder weniger ausgesprochenen Zusammenhang, so beispielsweise die Krankheitserreger, welche je nach den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen günstigere oder ungünstigere Lebensbedingungen finden, ferner die durch die Jahreszeit bedingten Aenderungen in den Wohnungsverhältnissen, in den Lebensgewohnheiten, in der Beschäftigung u. dergl. In vielen Fällen ist es daher sehr schwer oder gar nicht zu entscheiden, auf welche Weise eine Krankheit ursächlich mit der Jahreszeit zusammenhängt, da oft sehr viele Faktoren zusammenwirken, so dass die graduelle Mitwirkung jedes einzelnen Faktors bis jetzt mit Sicherheit nicht festgestellt werden kann.

Die in unserer Tabelle angeführten Krankheiten fallen in Bezug ihrer grössten Häufigkeit zum Theil auf den eigentlichen Winter, zum Theil auf das Frühjahr, am wenigsten häufig sind die Krankheiten im Sommer und Herbst. Den Altersstufen nach ist, wie bereits oben gesagt, die Sterblichkeit im Kindesalter im Sommer entschieden grösser, als in den übrigen Jahreszeiten, wogegen bei den höheren Lebensaltern im allgemeinen die Sterblichkeit umgekehrt in der kälteren Jahreszeit merklich grösser ist als in der wärmeren.

Krankheiten der Jahreszeiten.

Land oder Stadt	Epoche	Todte, Kranke, Epidemie	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
		1. Krankheiten mit Sommerakme.				
Ruhr.						
Grossbritannien .	—	Epid.-Anfg.	0	1	9	4
Niederl., Belgien .	—	„ „	1	0	8	3
Frankreich . . .	—	„ „	0	0	30	21
Deutschl., Ungarn	—	„ „	1	3	159	7
Schweiz	—	„ „	0	2	21	2
Italien	—	„ „	0	0	8	0
Skand., Russland .	—	„ „	3	4	94	11
Nordamerika . .	—	„ „	1	1	27	3
Summe	—	—	6	11	356	51
Obige Länder . .	—	Ep.-Vorkommen	14	25	528	137
Italien	1881/83	Todte	702	711	2807	1739
London	1849/53	„ ‰	96	90	639	175
Ver.Staat.(Trupp.)	1819/60	Kranke „	119*	217	342	175
Brechdurchfall.						
Königsberg . . .	1858/62	Todte	63	94	342	139
Berlin	1877/82	„	449	1213	13537	2446
Nürnberg . . .	1861/67	„	33	59	213	136
Stuttgart . . .	1853/63	„	22	44	309	140
Staat Massachus. .	1871/80	„	15	27	1585	484
Cholera asiat.						
Preussen	1848/59	Todte ‰	62	5	278	655
München . . .	1835/84	—	1397	108	1884	1855
London	1849/53	Todte ‰	36	19	836	82
Russland . . .	1853/55	„	3395	7489	204000	29672
Schweissfriesel.	—	Epid.-Anfg.	29	63	83	9
Unglücksfälle.						
Bayern	—	—	183	213	366	238

Land oder Stadt	Epoche	Todte, Kranke, Epidemie	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
		2. Krankheiten mit Winterakme.				
Influenza, Blattern.		Epidemien	**50**	35	16	24
England	1837/72	Todte *	22107	**24475**	17791	20941
Schweden . . .	1856/62	„ *	**2030**	1753	783	691
Danzig	1871/72	„	854	**1301**	794	378
Breslau	1863/64	„	**490**	143	87	255
Berlin	1863/67	„	315	**483**	411	248
Bayern	1871/75	„ °/oo	299	**432**	176	93
Niederlande . .	1870/73	„	5678	**8484**	4364	2049
Paris	1860/69	„	**1787**	1277	879	1266
Mailand	1870/71	„	822	597	1482	**2743**
New-York . . .	1871/77	„ pr. Jahr	157	**199**	140	67
Calcutta . . .	1832/50	—	4200	**7954**	1501	435
Masern.						
Europa u. N-Amer.	—	Epidemien	59	**76**	30	48
London	1845/74	Todte	**433**	371	387	336
New-York . . .	1871/77	„ pr. Jahr	83	**103**	100	25
Bayern	1871/75	„ °/oo	**294**	275	248	185
Scharlach.						
Europa u. N-Amer.	—	Epidemien	178	157	173	**213**
Schweden . . .	1864/73	Todte	246	221	239	**294**
London	1845/74	„	662	440	547	**929**
New-York . . .	1871/75	„ pr. Jahr	260	**280**	268	143
Bayern	1871/75	„ °/oo	274	**274**	237	215
Malaria.						
Schweden . . .	1820/73	Kranke	9462	**22133**	10505	10909
Jadegebiet . . .	1860/69	„	172	177	218	**526**
Ditmarschen . .	1842/63	„	622	2028	1998	**2248**
Wien	10 Jahre	„	800	2311	**2221**	2060
Algier (Truppen) .	mehrere J.	„ *)	35	202	**796**	455
Rom	1839/59	„ *)	608	260	1078	**2229**
Florida	1839/59	„ *)	1637	**2842**	2638	2381
Californien . . .	1839/59	„ *	604	686	**1316**	864
Bombay	17 Jahre	„ *) °/oo	176	189	**316**	**316**
Madras	5 „	„ * „	217	190	252	**341**
Senegambien . .	2 „	„ *)	416	234	746	**936**
Gujana	2 „	„ *)	740	774	803	**866**
Antillen	2 „	„ *	2048	1303	2236	**2492**
Typhus.						
England u. Wales	1838/42	Todte	**23919**	21005	17808	19911
London, Hosp. .	1848/62	Kranke	1206	**1883**	1327	999
Glasgow, Infirm. .	1871/79	„ pr. Jhr.	**101**	94	76	93

Land oder Stadt	Epoche	Todte, Kranke, Epidemie	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Typhoid.						
Schweden . . .	1858/77	Kranke	**51 573**	42 354	44 750	49 334
Christiania . . .	1845/64	„	1454	661	837	**1598**
Kopenhagen . .	1842/58	„	628	295	844	**1431**
Hamburg . . .	1873/80	Todte	**453**	317	286	390
Berlin	1854/71	„	3100	2685	3625	**5384**
Breslau	1863/78	„	591	510	646	**774**
Leipzig	1851/65	Kranke	236	139	299	**318**
Frankfurt a. M. .	1863/80	Todte	194	143	217	**315**
Bayern	1857/70	„	**12 722**	12 637	10 758	11 648
Basel	1824/73	„	528	418	557	**710**
London	1848/62	Kranke	541	328	716	**1072**
Paris	1867/78	Todte	928	573	1005	**1646**
Boston	1840/47	Kranke	130	102	163	**250**
Pittsburg . . .	1873/77	Todte	142	140	124	**219**
Puerp.-Fieber.						
Wien, Klin. I . .	1840/63	Todte	**1355**	1172	752	1186
„ „ II. .	1840/63	„	681	**709**	393	613
London	1845/74	„	75	51	39	**99**
New-York . . .	1867/75	„	614	**694**	371	268
St. Petersburg . .	15 Jahre	Kranke ‰	**192**	151	118	150
„	15 Jahre	Todte „	**42**	34	20	22
—	—	Epid. Vorh.	**84**	49	30	16
Skorbut.						
Kalte gem. Zone .	—	Epidemien	24	**34**	13	2
St. Petersburg . .	—	18 Jahre ‰	104	**441**	405	40
Keuchhusten.						
—	—	Epid.-Anfg.	**139**	131	119	105
—	—	„ Kulmin.	176	**196**	187	180
Schweden . . .	1862/81	Kranke	206	218	282	**294**
Thüringen . . .	1869/76	„	177	166	296	**361**
Dresden	1834/77	„	171	156	**349**	331
Erlangen . . .	1819/58	„	101	225	**415**	257
München . . .	1859/68	„	220	209	265	**306**
Schweden . . .	1861/76	Todte ‰	243	172	317	**268**
London	1847/53	„ „	293	**332**	206	170
Hamburg . . .	1873/81	„ „	**316**	205	200	219
Stettin	1850/63	„ „	207	165	267	**361**
Berlin	1876/83	„ „	**286**	**287**	218	209
Thüringen . . .	1869/76	„ „	186	221	274	**319**
Frankfurt a. M. .	1863/81	„ „	227	210	**292**	270
München . . .	1859/68	„ „	242	**285**	188	**285**
Turin	1828/37	„ „	218	**328**	301	152

Land oder Stadt	Epoche	Todte, Kranke, Epidemie	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Croup.						
Schweden . . .	1862/76	Todte *)	**1087**	748	543	**1084**
Berlin	1876/83	„	**721**	503	348	512
Frankfurt a. M. .	1863/81	—	66	**71**	28	39
Mittelfranken . .	1868/69	—	**378**	222	116	202
London	1845/75	—	**160**	157	109	134
New-York . . .	1871/77	—	**503**	154	77	169
Diphtherie.						
London	1845/74	Todte	**129**	109	106	**126**
Schweden . . .	1861/70	Kranke *) ‰	**310**	209	190	291
Berlin	1876/83	Todte ‰	242	214	221	**323**
Sachsen, Kgr. . .	1873/78	„ „	287	176	177	**360**
Hamburg . . .	1873/82	„ „	239	242	217	**302**
Göttingen . . .	1878/82	„ „	**335**	224	195	245
Schleswig-Holst. .	1872/81	„ „	**296**	200	220	284
St. Petersburg . .	1878/82	„ „	247	231	209	**323**
Frankfurt a. M. .	1863/83	„ „	273	247	196	**284**
Wien	1863/83	„ „	**313**	235	157	295
Philadelphia . .	1868/75	„ „	240	214	185	**371**
New-York . . .	1871/77	„ „	**363**	280	235	340
—	Epid.	—	**38**	32	24	30
Lungenentzündg.						
London, Krankh. .	1845/74	Todte	**1272**	1052	580	875
Stockholm . . .	1840/55	Kranke ‰	252	**382**	192	174
Kopenhagen . .	1843/47	„ „	244	**362**	194	196
Berlin	1869/82	Todte „	280	**305**	223	192
Bezirk Meissen .	1867/72	Kranke „	265	**346**	195	194
Thüringen . . .	1873/75	„ „	220	**373**	207	200
Frankfurt a. M. .	1863/83	Todte „	303	**374**	171	152
Bayern	1868/72	„ „	323	**336**	160	191
München, Krankh.	1864/83	Kranke „	322	**369**	152	158
Wien „	1847/57	„ „	274	**377**	179	169
Basel „	1873/82	„ „	371	**348**	130	151
Paris	1865/75	Todte „	315	**331**	168	185
New-York . . .	1807/26	„ „	319	**334**	162	185
Philadelphia . .	1857/60	„ „	**332**	307	168	142
Bombay	1848/53	Kranke „	**330**	277	164	227
Phthise.						
Bayern	—	Todte „	251	**321**	229	199
London	1845/74	„ „	1964	**2018**	1875	1790
New-York . . .	1871/77	„ „	1082	**1128**	853	998
Parotitis . . .	—	Epidemien	**60**	51	18	21

Land oder Stadt	Epoche	Todte, Kranke, Epidemie	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Apoplexie.						
Kopenhagen . .	—	Todte	**377**	324	300	330
Berlin	1880/81	"	**435**	412	341	395
Hamburg . . .	—	"	929	**940**	735	843
Frankfurt a. M. .	—	"	**437**	394	368	339
Hessen	—	"	**296**	271	258	249
London	—	"	**1660**	1627	1420	1620
Niederlande . .	—	"	**4324**	4104	3156	3433
Mailand	—	"	**3281**	2633	2015	2503
Rom (rel. Zahlen)	—	"	**444**	356	284	311
Malta	—	"	**537**	418	259	326
New-York . . .	—	"	108	**113**	88	94
Rheumatismus.						
Kopenh., Gelenkrh.	1850/65	Kranke ‰	**302**	274	232	194
Berlin, "	1875/81	"	262	**275**	269	204
Leipzig, "	1851/56	"	**325**	258	159	259
Dresden, "	1850/62	"	**293**	270	209	229
Bonn, "	1875/79	"	**311**	296	164	230
Frankf. a. M., "	1857/66	"	**312**	269	189	230
Würzburg, "	1857/60	"	213	**365**	163	252
München, "	1863/75	"	262	**279**	266	193
Zürich, "	1853/58	"	251	**317**	221	214
Lond., ac. u. chron.	1845/74	"	**92**	83	72	81
Indien, "	— *)	"	252	242	236	**270**
Kotschin, "	10 Jhr. *)	"	221	230	258	**291**
N-Amer. "	1839/54*)	"	289	**314**	254	283
Altersschwäche.						
London	—	Todte ‰	**303**	227	213	257
Kanton Genf . .	—	—	289	**293**	197	221
Bayern	—	—	**291**	289	206	214

Wir wollen nun im Folgenden die hauptsächlichsten Krankheiten in gedrängter Kürze besprechen und die Abhängigkeitsverhältnisse derselben von Wetter und Klima, soweit es möglich ist, klarlegen, wobei Vollständigkeit nicht beabsichtigt wird. Ausführliche Erörterungen finden sich in dem trefflichen Buche von Hirsch („Handbuch der historisch-geographischen Pathologie"), worauf wir hier verweisen.

Die erste Stelle unter den Sommerkrankheiten nimmt der Brechdurchfall der Kinder ein, welcher bei weitem die Mehrzahl

aller Kinderkrankheiten ausmacht. Dass bei Entwickelung dieser Krankheit die Temperatur als eine Hauptursache anzusehen ist, geht daraus hervor, dass die Häufigkeit mit der Höhe der Temperatur steigt und sinkt und dass das Häufigkeitsmaximum mit dem früheren oder späteren Eintritte des Wärmemaximums in der jährlichen Periode sich verschiebt, sei es nach den Frühlings- oder Herbstmonaten, und endlich dass bei Temperaturen unter 15° Erkrankungen in grösserer Ausbreitung nicht vorkommen. Je grösser und anhaltender die Hitze des Sommers, desto mehr verbreitet ist auch im allgemeinen die Krankheit, wobei eintretende Abkühlungen auf die Krankheit hemmend einwirken. Nach Stephanos herrscht in den Tiefebenen und auf den Inseln Griechenlands die Krankheit in mörderischer Weise vor, wogegen in anderen Gegenden mit gemässigter Temperatur (Küste von Messina, Keos, Naxos, Kephalonia, Ithaka) dieselbe seltener beobachtet wird.

Die folgende kleine Zusammenstellung veranschaulicht (nach Flügge) die Abhängigkeit der Säuglingssterblichkeit von der Lufttemperatur:

	Norwegen	Schottland	Schweden	Sachsen	Württemberg
Gestorben im 1. Lebensjahr auf 100 Lebendgeborene . . .	10,4	11,9	13,5	26,3	35,4
Mittlere Temperatur des wärmsten Monats	14,5°	14,6°	16,0°	18,5°	19,0°

Dabei sei bemerkt, dass die Krankheit in grösseren Städten ungleich häufiger ist als auf dem platten Lande, eine Thatsache, welche namentlich auf die mehr gleichmässig hohe Temperatur in den Stadtwohnungen (insbesondere geringere Abkühlung bei Nachtzeit) gegenüber den grösseren Wärmeschwankungen auf dem Lande begründet ist, wobei allerdings auch die schlechten Gesundheitsverhältnisse, namentlich bei der niederen Bevölkerung, sehr ins Gewicht fallen. Von wesentlichem Einflusse auf das Zustandekommen dieser Krankheit ist der unrichtige Gebrauch der Kuhmilch, verbunden mit gleichmässig hoher Wohnungstemperatur, um so mehr, als der häufige Mangel an passenden Aufbewahrungsräumen Schutz gegen die Einwirkung hoher Temperaturen nicht in genügender Weise gewährt. Höchstwahrscheinlich ist es eine Wucherung saprophytischer Bakterien, welche die Krankheit verursacht und welche nur bei hoher Temperatur vor sich geht, während in der kälteren Jahreszeit und bei kühler Aufbewahrung der Milch eine lebhafte Entwickelung dieser Bakterien nicht stattfindet.

Ruhr und Darmkatarrh sind in ausgezeichneter Weise von klimatischen Einflüssen abhängig. In den tropischen Gegenden sind diese Krankheiten endemisch (siehe oben S. 285), aber diesen Charakter verlieren sie immer mehr, je weiter wir nach Norden fortschreiten. Im südlichen Europa fanden sich in einzelnen Gegenden endemische Ruhrheerde, selbst in Lothringen kommen solche noch vor, so dass sie dort allemal auftreten, wenn die Witterungserscheinungen ihre Entstehung und Entwickelung begünstigen. Im allgemeinen treten diese Krankheiten nur epidemisch oder vereinzelt auf jenseits des 40. Breitegrades, reichen dann aber weit in die kalte Zone hinein, weit über die Grenze hinaus, welche der Malaria gesteckt ist. Nach einer eingehenden Besprechung des Einflusses der Witterungs-, speciell der Temperaturverhältnisse auf diese Krankheiten kommt Hirsch zu dem Ergebnisse: „1. dass hohe Temperatur entweder in ihrer Einwirkung auf den Organismus die Prädisposition der Darmschleimhaut für Erkrankung steigert, oder — was mir wahrscheinlicher — die Entstehung der eigentlichen Krankheitsursache fördert; 2. dass starker Temperaturwechsel (bezw. die durch ihn bewirkte Erkältung) eine der wirksamsten Gelegenheitsursachen für die Pathogenese abgiebt, dass aber 3. weder in hoher Temperatur, noch in starkem Temperaturwechsel das eigentliche und wesentliche ätiologische Moment für das endemische oder epidemische Vorherrschen von Ruhr und Darmkatarrh gesucht werden kann."

Ein entschiedener Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf diese Krankheit kann mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden, indem sie sowohl bei feuchter als bei trockener Witterung ebenso gut vorherrschen, wie auch erlöschen oder entstehen kann. Andererseits wächst und verringert sich die Häufigkeit der Krankheit mit der Zunahme bezw. Abnahme der Temperatur.

Der Erreger der Ruhr ist eine Protozoe (Amoeba dysenteriae), deren künstliche Züchtung bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Die sporadische Cholera (Cholera nostras) zeigt in Bezug auf Witterungseinflüsse ein ganz ähnliches Verhalten, wie die Ruhr.

Ueber die Abhängigkeit der asiatischen Cholera von den atmosphärischen Erscheinungen haben wir schon oben (S. 287 ff.) gesprochen. In unseren gemässigten Breiten ist das Auftreten der Cholera in den einzelnen Jahreszeiten grossen Schwankungen unterworfen, indessen weisen im allgemeinen der Spätsommer und der Herbst die grösste Häufigkeit auf. Auch zeigen sich örtlich ausser-

ordentlich grosse Verschiedenheiten, so dass bei den verschiedenen Zügen und Ausbreitungen dieser Krankheit manche Gegenden oder grössere Städte völlig frei blieben, während in anderen Fällen, trotz gleichmässig vertheilter Witterungserscheinungen, nur einzelne Gegenden oder Städte in scharfer Abgrenzung von der Seuche verschont waren (wie beispielsweise bei der Choleraepidemie im Jahre 1892). „Die Vermehrungsfähigkeit der Kommabacillen bei höherer Temperatur," bemerkt Flügge[1]), „die Verschleppung des Contagiums durch Massen von Fliegen, der vermehrte Genuss von Wasser und roher Nahrung, namentlich aber die in dieser Jahreszeit bei einem sehr grossen Theil der Bevölkerung verbreiteten Verdauungsstörungen und die damit gegebene individuelle Disposition einer ganzen Bevölkerung erklären ungezwungen das häufige Anschwellen der Epidemie gerade im Herbst. Aber andererseits sind alle diese Momente nicht derart unumgänglich erforderlich, resp. nicht so ausschliesslich auf den Herbst beschränkt, dass nicht auch zu anderer Zeit gelegentlich Epidemien vorkommen können, und dementsprechend fällt auch die Akme manchmal in den Winter, manchmal in das Frühjahr."

Dass auch hygienische Missstände, wie beispielsweise schlechtes Trinkwasser, schlechte Wohnungsverhältnisse und namentlich Schmutz und unzureichende und unzweckmässig behandelte Nahrung nicht wenig zur Entwickelung der Cholera beitragen können, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Die von verschiedenen Seiten aufgestellte Grundwasserhypothese ist bis jetzt noch nicht hinreichend genug bestätigt worden, um sie zur allgemeinen Geltung zu bringen; weitere Untersuchungen über dieselbe erscheinen dringend wünschenswerth.

Nach unserer Tabelle zeigen die Schweissfriesel einen ausgesprochenen Zusammenhang mit den Witterungsverhältnissen der Jahreszeiten. Insbesondere ist im Sommer und Frühjahr diese Krankheit am meisten vorherrschend. Dem Auftreten dieser Krankheit sind besonders günstig hohe Temperaturen verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit und starken Schwankungen der Temperatur, wenn auch zeitweise Epidemien in der kalten Jahreszeit vorgekommen sind. Bemerkenswerth ist die enge räumliche und zeitliche Begrenzung dieser Krankheit, indem dieselbe meist nur vereinzelte engbegrenzte Gegenden heimsucht und andererseits die Dauer der

[1]) Flügge, Grundriss der Hygiene, S. 535.

Epidemie nur auf kurze Zeit beschränkt ist (höchstens 4 Wochen). Dabei breitet sich aber in der Regel die Krankheit ausserordentlich rasch über den von ihr betroffenen Gebietstheil aus, wobei indessen die Sterblichkeit nur eine geringe zu sein pflegt.

Berücksichtigen wir, dass die Krankheit gewöhnlich nur auf dem Lande, viel seltener in grösseren Städten vorkommt, dass sie sowohl Arme wie Wohlhabende zu befallen pflegt, so dürften als eine mitwirkende Ursache hygienische Missstände wohl weniger Bedeutung haben.

Hitzschlag und Sonnenstich (vergl. S. 137) sind in den Tropen am häufigsten und nehmen mit zunehmender Breite der Häufigkeit nach ab, bis sie auf der östlichen Hemisphäre etwa am 60., auf der westlichen etwa am 50. Breitegrade verschwinden, wobei gegenüber dem Sonnenstich der Hitzschlag in den Tropen überwiegt, dagegen in den gemässigten Zonen zurücktritt. Sonnenstich und Hitzschlag treten in unseren Gegenden dann ein, wenn die Witterung einen tropischen Charakter annimmt. Günstige Bedingungen für das Zustandekommen des Hitzschlages sind ruhige, sehr warme und feuchte Luft (schwüle Luft, z. B. vor Ausbruch der Gewitter). Oertlichkeiten, welche die Ausstrahlung des Körpers hemmen (Felswände, Schluchten), die die Ausstrahlung hindernde Umgebung von Menschen (bei Militärmärschen enge Kolonnen), starke Muskelbewegungen, endlich Behinderung der Wärmeabgabe (Feld-, Tunnelarbeiten).

Die Gefahr des Sonnenstichs ist gegeben durch starke Erhitzung des Körpers durch die directe Sonnenstrahlung, wie im Hochsommer bei klarer ruhiger Luft und bei geringerer die Insolation begünstigender Atmosphärenschicht, wobei die Reflexion die Wirkung der Sonnenstrahlung noch erheblich verstärken kann (z. B. durch Gletscher, Wasserflächen, Felswände u. dergl.; siehe oben S. 72).

Nach Hirsch begegnet man dem Sonnenstich zumeist unter den Feldarbeitern zur Erntezeit, insbesondere dann, wenn die Ansprüche an die Thätigkeit derselben erheblich gesteigert sind, ferner unter Bauhandwerkern (Maurern, Zimmerleuten u. A.), welche gezwungen sind, bei sehr hoher Temperatur im Freien zu arbeiten, sowie überhaupt unter Individuen, welche unter eben diesen Verhältnissen schwere Arbeiten zu verrichten haben. Am häufigsten indessen macht sich diese Krankheit bei Truppentheilen auf anstrengenden Märschen geltend. „Die furchtbaren Opfer, welche die

Krankheit zu wiederholten Malen unter fast allen europäischen Armeen gefordert hat, sind ausschliesslich unter diesen Umständen herbeigeführt worden, in gleicher Weise äussern sich Smart und andere nordamerikanische Aerzte bezüglich des Vorkommens von Sonnenstich in dem Secessionskriege, in welchem die Krankheit unter den Truppen der Konföderirten um so häufiger beobachtet wurde, in je niederere Breiten dieselben vorgerückt waren und je anstrengender die Märsche wurden, und in einem noch viel grösseren Umfange haben aus nahe liegenden Gründen die indischen Aerzte den Einfluss des hier besprochenen Momentes zu constatiren Gelegenheit gehabt."

Die Krankheiten mit der Akme in der kälteren Jahreszeit sind der Art nach viel häufiger, als diejenigen mit Sommerakme. Namentlich sind es Erkrankungen der Athmungsorgane, Erkältungskrankheiten und dann ansteckende Krankheiten, welche in der Winterszeit und in den Uebergangsmonaten überwiegen. Die starken Schwankungan der Temperatur, die stärkeren und kalten Luftströmungen, die durch die Schneedecke und durch die häufigen Niederschläge herbeigeführte Bodennässe, sind günstige Momente für Erkältungskrankheiten, so dass die Wärmeregulirung durch Wohnung und Heizung öfters ausserordentlich schwierig ist, insbesondere bei solchen Temperaturlagen, welche uns veranlassen, unsere Bekleidung zu ändern und auch in der Wohnung und in unserer Lebensweise durchgreifende Aenderungen zu schaffen, wie z. B. in den jahreszeitlichen Uebergangsmonaten, namentlich beim Uebergange vom Winter zum Frühjahr. In diesen kritischen Zeiten können schon geringe Versehen für unsere Gesundheit verhängnissvoll werden.

Andererseits ist das Zusammenwohnen vieler Menschen zur Winterszeit mit mancherlei Gefahren für unsere Gesundheit verknüpft, die um so deutlicher zu Tage treten, je weniger die Einrichtungen der Wohnungen den Forderungen der Hygiene entsprechen. Dazu kommt noch, dass im Winter die Kleidung vermehrt wird, ohne eine sorgfältigere Reinigung der Wäsche im allgemeinen zu bewerkstelligen, und so erscheint es denn nicht auffallend, dass der Winter die geeignetste Zeit für die contagiösen Krankheiten ist. In ganz überwiegendem Maasse erfolgen die Ansteckungen überhaupt innerhalb der Wohnungen, in viel geringerem in der freien Luft. Die Verunreinigungen der freien Luft spielen in dieser Hinsicht fast keine Rolle. Dass hierbei auch die ungünstigeren

Erwerbsverhältnisse und damit auch die schlechtere Ernährung der unteren Volksschichten im Winter auf die Häufigkeit der Erkrankungen und der Todesfälle einen gewissen Einfluss haben, soll hier nur beiläufig erwähnt werden.

So sind es also hier meistens nur mittelbare Wirkungen der Witterungserscheinungen, welche in der jährlichen Periode eine Steigung oder Senkung der Erkrankungs- oder Sterblichkeitskurve herbeiführen, und so wird es schwer sein, die Einflüsse der Witterung und der Lebensverhältnisse von einander zu trennen und dem Grade nach festzulegen.

In unserer Tabelle, S. 303 ff., ist die jahreszeitliche Häufigkeit der Erkrankungen und Todesfälle für verschiedene Krankheiten mit Winterakme übersichtlich zusammengestellt worden, welche wir nun ganz kurz besprechen wollen.

Die Influenza, welche schon seit vielen hundert Jahren als Pandemie oder als beschränktere Epidemie aufgetreten ist, hat als Erreger einen Bacillus, dessen Wachsthum zwischen 27° und 42° liegt und welcher an der Luft austrocknet und abstirbt. Eine Verschleppung pathogener Keime auf grosse Entfernungen, etwa durch den Wind, scheint völlig ausgeschlossen, wenn auch die Ausbreitung der Krankheit auf weite Strecken sehr rasch vor sich geht. Vielmehr ist die Ausbreitung der Seuche an den Verkehr gebunden, wozu noch kommt, dass die Krankheitskeime sehr leicht bei Gesunden haften und dass die meisten Kranken nicht bettlägerig sind, also die Ansteckungsgefahr vergrössern, und dass die Disposition zur Krankheit eine fast allgemeine ist. Dass die Krankheit im Winter und im Frühjahr am häufigsten vorkommt, liegt nicht in den Witterungsverhältnissen an und für sich [1]), was schon dadurch unwahrscheinlich ist, dass auch bei starker Sommerhitze Epidemien auftraten, sondern in Ursachen, die uns bis jetzt noch unbekannt sind.

Die Blattern, deren Erreger erst in neuester Zeit von Buttersack (vergl. Deutsche medicinische Wochenschrift 1893, S. 1362) aufgefunden ist, sind von klimatischen Verhältnissen unabhängig, indessen zeigt sich eine ausgesprochene Beziehung zu den Jahreszeiten, indem sie in den Winter- und Frühlingsmonaten am häufigsten vorkommen (vergl. Diagramm S. 314). Diese Thatsache erklärt sich aus dem dichteren Zusammenwohnen der Menschen in

---

[1]) Vergl. auch C. Lang, Eine Skizze über Witterung und Influenza, in „Wetter" 1892, S. 73 ff., und A. Ripperger, Die Influenza, München, 1892.

der Winterszeit, wobei schlechte Wohnungsverhältnisse sowie geringere Reinlichkeit der Ausbreitung der Krankheit günstig sind. Die individuelle Empfänglichkeit ist eine sehr hochgradige und erstreckt sich über alle Altersklassen und auf alle Menschenrassen. Der Erreger ist auch im getrockneten Zustande noch lebens- und ansteckungsfähig und kann sich so auf grosse Strecken verbreiten. In Asien und im Inneren Afrikas ist die Krankheit endemisch, von hier aus kann sie sich auf sehr entfernte Länderstrecken als Epidemie verschleppen. Eine segensreiche Maassregel zur Verhütung der Blattern ist bekanntlich die Schutzimpfung, wodurch diese Krankheit in den Ländern, in welchen jene eingeführt ist, auf eine minimale Häufigkeit herabgesetzt wurde.

Auch die Masern, deren Erreger noch nicht bekannt ist, sind von klimatischen Verhältnissen ganz unabhängig. Die Epidemien treten da auf, wohin das Contagium gelangt, und befallen solche Individuen, welche noch nicht durchseucht sind. Trotzdem ist die Abhängigkeit der Krankheit von den Jahreszeiten deutlich ausgesprochen, und zwar für alle geographischen Breiten. Indessen haben die Jahreszeiten bezw. deren Witterungsverhältnisse auf den Charakter der Epidemien keinerlei Einfluss. Von 285 Epidemien findet Hirsch bezüglich ihres schwereren oder milderen Verlaufes folgende Zahlenwerthe. Es entfallen auf den

	Herbst	Winter	Frühling	Sommer
1. von den mild verlaufenden .	55	58	74	53
2. von den schwer verlaufenden	10	12	13	10
Verhältniss von 1 : 2 . . .	5,5 : 1	4,9 : 1	5,7 : 1	5,3 : 1

Hiernach ist das Verhältniss der mild und der schwerer verlaufenden Epidemien in allen Jahreszeiten ziemlich gleich.

Das Auftreten und die Verbreitung des Scharlachs ist ebenfalls weder an klimatische Einflüsse geknüpft, wie die Blattern und die Masern, noch haben die Witterungserscheinungen in den Jahreszeiten, wie es auch unsere Tabelle nachweist, hierauf einen bestimmenden Einfluss. Ueber den Erreger des Scharlachs herrscht noch völlige Dunkelheit, wie auch die Art und Weise, wie der Ansteckungsstoff in den Körper gelangt, noch nicht zweifellos feststeht. Trotzdem ist die Krankheit in hohem Grade ansteckend, indem sie nicht allein durch directe Berührung mit dem Kranken, sondern auch durch dritte Personen, und in einzelnen Fällen sogar durch leblose Gegenstände sich überträgt; wir dürfen wohl

Fig. 41. **Lungenentzündung (Todesfälle).**

D J F M A M J J A S O N

Berlin 1869/82
Frankf. a/M 1863/83
Bayern 1868/72
Paris 9 Jahre
London 1845/74
New York 1867/75

(Erkrankungen)

Falun 1854/66
Stokholm 1840/55
Copenhagen 1843/47
Bez. Meissen 1867/72
Thüringen 1873/75
München 1864/83
Wien 1847/57
Basel 1873/82
Bombay 1848/53

Blattern (Todesfälle)

Calcutta 1832/50
Bombay 1846
London 1845/74
Danzig 1871/72
Breslau 1863/64
Berlin 1863/67
Paris I 1819/26
Niederlande 1870/73
Paris II 1860/69
Mailand 1870/71
New York 1871/77

Fig. 42. **Typhoid (Todesfälle).**

D J F M A M J J A S O N

Hamburg
Berlin
Breslau
Frankfurt a/M.
Stuttgart
München
Basel
{Neuchatel
Lausanne
Paris
Pittsburg

1873/80
1854/79
1863/78
1863/80
1824/73
1873/79
1835/52
1867/78
1873/77

(Erkrankungen)

Christiania
Kopenhagen
Leipzig
Chemnitz
Nassau
Prag
London
Glasgow
Boston
New York

1845/64
1842/58
1851/65
1837/75
1818/59
1874/76
1848/62
1871/79
1871/79
1871/77

Croup (Todesfälle)

Berlin
Mittelfr.
Frankf. a/M.
Baden
Allgemein
London
New York

1876/83
1868/69
1863/81
1852
1845/74
1871/77

annehmen, dass durch die Einathmung infectiösen Luftstaubes der Ansteckungskeim in den menschlichen Körper gelangen kann.

Die Malaria, welche in Bezug auf ihr Verhalten und ihre Verbreitung in den Tropen bereits oben S. 286 ff. besprochen wurde, tritt in den Aequatorgegenden am häufigsten und am bösartigsten auf, nach den höheren Breiten hin wird sie der Häufigkeit und dem Charakter nach immer schwächer, bis sie in einer gewissen Breite, welche Hirsch mit der Sommerisotherme von 15—16° C. zusammenfallen lässt, ganz verschwindet. In der kalten Zone kommt die Krankheit nicht mehr vor und in den gemässigten Zonen ist oder war sie nur noch stellenweise verbreitet, so in Europa insbesondere in den Marschgebieten der Niederlande und Ostfrieslands, in den Rheinsümpfen vor deren Austrocknung, in der Poebene, meist in den westlichen Küstengebieten Italiens, in den Donaufürstenthümern und in den Donauniederungen Oesterreich-Ungarns und in Südrussland, während dazwischen ausgebreitete Länderstrecken wieder ganz verschont sind.

In den nördlicher gelegenen Gegenden der gemässigten Zone zeigen sich zwei mehr oder minder ausgesprochene Maxima der Häufigkeit, nämlich im Frühjahr und im Herbste, unterbrochen durch die heisse Jahreszeit, wogegen die südlichen Distrikte nur ein Maximum aufweisen, welches im Spätsommer ganz bedeutend hervortritt (vergl. Diagramm S. 281). In Schweden und Oesterreich ist das Frühlingsmaximum stark, dagegen das Herbstmaximum nur schwach angedeutet (Leipzig zeigt nur ein einziges sehr ausgeprägtes Maximum im Frühjahr), dagegen das Jadegebiet, Ditmarschen und Frankreich lassen das Maximum im Herbst am meisten hervortreten, während Italien nur ein einziges, aber beträchtliches Maximum im Herbste aufweist.

Stärkere Schwankungen der Wärme, insbesondere bei kritischen Temperaturlagen, dann reichlichere Niederschläge mit darauf folgendem trockenem und wärmerem Wetter scheinen der Entstehung und Entwickelung der Krankheit am günstigsten zu sein, wobei die Bodenbeschaffenheit eine sehr wichtige Rolle mitspielt. Allzu reichlicher Regen (Ueberflutungen) verursacht Abnahme oder Erlöschen der Krankheit. Im allgemeinen kommt die Krankheit in nassen Jahren viel häufiger vor als in trockenen.

Obwohl das Typhoid im allgemeinen ein Maximum der Häufigkeit in den Herbstmonaten aufweist und ebenso ein Minimum in den Frühlingsmonaten (vergl. Diagramm S. 315), zeigen sich gleich-

wohl für einige Orte erhebliche Abweichungen. So fällt das Maximum der Häufigkeit für Stuttgart, München und Prag auf den Winter. Der Erreger der Krankheit ist ein Bacillus, welcher schon bei verhältnissmässig niedriger Temperatur (Bodentemperatur) sich vermehren kann.

Ein directes Abhängigkeitsverhältniss dieser Krankheit von Klima- oder Witterungseinflüssen kann wohl nicht mit Recht behauptet werden, sondern hauptsächlich scheinen es hygienische Missstände zu sein, welche der Entstehung und der Verbreitung dieser Krankheit günstig sind, was schon daraus hervorgehen dürfte, dass vorzugsweise die niederste Bevölkerung von der Krankheit heimgesucht wird, dagegen die wohlhabenderen Klassen äusserst selten von ihr ergriffen werden.

Eine Beziehung der Krankheit zu dem Stand des Grundwassers ist von Pettenkofer aufgefunden worden, nämlich, dass bei steigendem Grundwasser die Häufigkeit der Erkrankungen abnimmt und bei sinkendem zunimmt, so dass also die Bodenfeuchtigkeit bei der Entwickelung und Ausbreitung der Krankheit die Hauptrolle spielt. Hiermit im Einklange steht die Thatsache, dass in der norddeutschen Tiefebene der höchste Grundwasserstand im allgemeinen im Frühling, der tiefste im Herbste eintritt, wogegen für München das Maximum dem Sommer, das Minimum dem Frühwinter eigen ist[1]). Auf diese Weise stehen die Niederschläge, wenigstens zum Theil, in einem indirecten Zusammenhang mit der Krankheit.

Ganz Aehnliches gilt auch vom Puerperalfieber, welche Krankheit durch die Einwanderung pathogener Mikroorganismen (in vielen Fällen Streptococcus pyogenes) hervorgebracht wird. Das Puerperalfieber steht in einem nachweisbaren Verhältniss mit den Witterungsverhältnissen.

Eine ganz besonders den höheren Breiten angehörige, epidemisch auftretende Krankheit ist der Keuchhusten; in den tropischen

---

[1]) Während der Drucklegung dieses Buches erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Augustin handschriftlich die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtungen zu Prag während des fünfjährigen Zeitraumes 1890 bis 1894. Die Beobachtungen, welche an 150 Stellen in der Stadt und Umgebung angestellt wurden, ergaben fast durchgehends das Resultat, dass das Maximum des Grundwasserstandes auf den Spätsommer oder Herbst und das Minimum auf den Winter oder Frühling fällt. — NB. Seite 187 Zeile 12 ist „geringsten“ mit „höchsten“ zu vertauschen.

und subtropischen Gegenden, wo die Witterungserscheinungen am gleichmässigsten verlaufen, ist diese Krankheit seltener und weniger bösartig als in kälteren Gegenden mit stark schwankenden Witterungserscheinungen, die mehr geeignet sind, auf die Athmungsorgane nachtheilig zu wirken. Die in unserer Tabelle gegebenen Zahlen zeigen so grosse Verschiedenheiten, dass hieraus ein Schluss auf die Abhängigkeit von den Jahreszeiten mit Sicherheit wohl nicht gezogen werden kann.

Ausgesprochen abhängig dagegen von den Witterungsverhältnissen ist der Croup, welcher in der ganzen gemässigten Zone auf die kältere Jahreszeit (October bis März) fällt (vergl. Diagramm S. 315). Am günstigsten für die Entstehung der Krankheit ist feuchtkalte Witterung, also verhältnissmässig niedere Temperatur verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit und dann starke Schwankungen der Temperatur, wie sie durch das plötzliche Auftreten kalter Winde und starke Wärmeunterschiede bei Tag und Nacht in unseren Gegenden gegeben sind. Der Einfluss der starken Temperaturwechsel macht sich zuweilen in der wärmeren Jahreszeit geltend, daraus dürfte mithin das gelegentliche Auftreten dieser Krankheit auch im Sommer erklärlich sein, wo nicht selten sehr heisse Tage mit kühlen wechseln, wenn plötzlich kalte rauhe Winde einsetzen. Die Krankheit ist insbesondere jenen Gegenden eigen, welche ein feuchtes Klima mit starken Wärmeschwankungen haben, und welche häufig dem Einflusse der rauhen Winde ausgesetzt sind. Auch das engere Zusammenleben der Menschen in der kälteren Jahreszeit dürfte für die Entwickelung der Krankheit günstig sein.

Wenn auch die Diphtherie in allen Gegenden der Erde vorkommt, so hat sie doch ihre grösste Häufigkeit in der gemässigten und kalten Zone. Nach unserer Tabelle entfallen die meisten Erkrankungs- und Todesfälle auf die kältere Jahreszeit, namentlich auf den Herbst und auf den Winter. Indessen kommen häufige und grosse Abweichungen von diesen mittleren Zuständen vor, so dass wir zu der Annahme gelangen, dass die Witterungserscheinungen einen nur indirecten Einfluss haben können, welcher hauptsächlich in der durch die dichtere Anhäufung der Bevölkerung in der kalten Jahreszeit bewirkten grösseren Ansteckungsgefahr und der Gelegenheit einer stärkeren Entwickelung der Krankheit liegen dürfte. Uebrigens ist beobachtet worden, dass der Einbruch feuchtkalter Witterung, sowie plötzliche und starke Temperaturwechsel eine Verschärfung der Epidemie im Gefolge hatten.

Die Diphtheriebacillen haben eine bedeutende Lebensfähigkeit und halten sich längere Zeit selbst im getrockneten Zustande, so dass sie sich auch in der Luft in lebensfähigem Zustande befinden können, indessen scheint die Uebertragung des Giftes durch die Luft auf weitere Strecken nicht, oder wenigstens sehr selten vorzukommen.

Viel ausgesprochener ist der Einfluss der Witterungsverhältnisse auf die Entstehung und Entwickelung der Pneumonie (s. Diagramm S. 314). Das Maximum ihrer Häufigkeit fällt für unsere Gegenden in den Frühling (nur London Winter), das Minimum dagegen in der Regel in den Spätsommer. Veranlassung zu dieser Krankheit geben in erster Linie Erkältungen, wozu dann die Wucherungen der die Krankheit erregenden Bakterien in den Schleimhäuten der Bronchien kommen (Diplococcus Pneumoniae). Die Witterungserscheinungen also, welche leicht zu Erkältungen führen, sind der Krankheitsgenese am meisten günstig, so z. B. starke Temperaturwechsel sowie grosse und plötzliche Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit, besonders in den kritischen Temperaturlagen, wie sie im Frühjahre eintreten. Je rauher das Klima ist, desto häufiger und hartnäckiger wird die Krankheit sein, dagegen Gegenden mit gleichmässigerem Klima werden von derselben weniger heimgesucht werden.

Hygienische Missstände sind insofern von Bedeutung, als sie die Empfänglichkeit der einzelnen Individuen erhöhen und so zur Entwickelung der Krankheit beitragen; eine Beziehung zu den Bodenverhältnissen konnte bis jetzt noch nicht mit Sicherheit angegeben werden.

Die verbreitetste und die gefürchtetste Krankheit der gemässigten Zone, welche mindestens 12—15 % aller Todesfälle verursacht, ist die Phthise. Diese Krankheit ist über die ganze bewohnte Erde verbreitet, wobei allerdings einige Gegenden, wie Hochplateaus und Hochthäler anscheinend verschont bleiben. Der Erreger ist der von Koch entdeckte und untersuchte Tuberkelbacillus, dessen Verbreitung in den meisten Fällen durch die Einathmung der mit Sputumtheilchen verunreinigten Luft, den Genuss ungekochter Milch u. dergl. stattfindet; die allermeisten Ansteckungen finden zweifellos in den Wohnungen statt[1]).

[1]) Es ist auffallend, dass in Kurorten bei der Wahl der Wohnungen dieser Umstand so wenig berücksichtigt wird; es wird kaum danach gefragt, von welchen Personen vorher die Wohnung bewohnt war, noch ob in Bezug auf Desinfection in gegebenem Falle die nothwendige Vorsicht verwendet wurde.

Klimatische Ursachen können bei Entwickelung dieser Krankheit wohl keine nennenswerthe Rolle spielen, da dieselbe in allen Klimaten der Erde vorkommt und sehr erhebliche Unterschiede in der Häufigkeit der Krankheit in vielen Gegenden bestehen, welche ein gleiches Klima haben. Indessen scheinen starke und plötzliche Temperaturwechsel, verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit, insofern einen Einfluss auf die Krankheitsgenese und ihre Häufigkeit auszuüben, als sie geeignet sind, Krankheiten der Athmungsorgane hervorzurufen und so empfänglich für die Entstehung und Entwickelung der Krankheit zu machen, wie denn auch die Heilkraft der klimatischen Kurorte darin liegen dürfte, dass an ihnen günstigere Witterungsverhältnisse herrschen, welche die Empfänglichkeit für die Phthise mehr oder weniger abschwächen.

Auf Grund zehnjähriger Beobachtungen in englischen Grafschaften kam Buchanan zu dem Schlusse, dass im allgemeinen die Feuchtigkeit des Bodens die Ursache des Vorkommens der Phthise unter der auf demselben lebenden Bevölkerung abgiebt, wobei allerdings viele Ausnahmen vorkommen können.

Mit zunehmender Höhe nimmt die Häufigkeit der Phthise nach und nach ab; diese Abnahme ist schon bei Höhen von 1000 m bemerklich und bei Höhen über 2000 m beginnt schon eine fast immune Zone. Auch an Küstengegenden tritt im allgemeinen die Häufigkeit der Erkrankungen zurück. Wir dürfen wohl annehmen, dass es hier die gleichmässigere Witterung verbunden mit geringerer Sommerwärme ist, welche vor Erkältungskrankheiten schützt und dass eine reichliche Ernährung die Körperkräfte auch zur Sommerzeit mehr erhält als im Kontinentalklima.

Die Sterblichkeit zeigt in unserer Tabelle ein ausgesprochenes Maximum in den Frühlings-, insbesondere aber in den Wintermonaten, während in den Sommermonaten die geringste Sterblichkeit obwaltet.

In unserer Tabelle weisen die Zahlen insofern ein Abhängigkeitsverhältniss des Gelenkrheumatismus von den Witterungseinflüssen nach, als die grösste Häufigkeit der Erkrankungen auf die kältere Jahreszeit fällt. Das Auftreten des Gelenkrheumatismus scheint begünstigt zu werden durch plötzliche und starke Temperaturänderungen und durch plötzlichen Eintritt rauher Witterung, überhaupt durch Witterungszustände, welche leicht zu Erkältungen führen können.

3. Hygiene der kalten Zonen.

Das polare Klima steht in ausgesprochenem Gegensatz zu demjenigen niederer Breiten. Einerseits fehlt hier der warme Sommer, welcher die von Schnee und Eis starrende Landschaft wieder neu beleben und mit üppigem Pflanzenwuchs schmücken könnte, andererseits fehlt dem Winter jede Sonnenstrahlung, so dass dieser nichts zeigt als ein Bild furchtbarer Monotonie und völliger Erstarrung, welches nur zuweilen (abgesehen von Mondschein) durch die prachtvollen Farbenerscheinungen des Nordlichtes unterbrochen wird. Zwar sind die Kälteextreme in den Polarländern meist nicht so bedeutend als im östlichen Sibirien, aber die Sommertemperaturen sind so ausserordentlich niedrig, dass die mittleren Jahrestemperaturen die niedrigsten sind, welche auf unserer Erde überhaupt vorkommen. Der Dampfgehalt der Luft ist wegen der niedrigen Temperaturen ausserordentlich gering, und daher sind auch die Niederschläge der Menge nach ganz unbedeutend; deshalb ist der Himmel meistens klar und die Luftbewegung gewöhnlich ausserordentlich schwach, obgleich Schneestürme gerade nicht zu den Seltenheiten gehören.

„Die Kälte," so bemerkt Payer[1]), „vermindert den Gang des Pulses, die körperliche Empfindung, die Fähigkeit der Bewegung und die des Ertragens grosser Strapazen. Unter allen Sinnen nehmen Geschmack und Geruch am meisten an Schärfe ab, weil sich die Schleimhäute im Zustande einer beständigen Congestion und Uebersecretion befinden; nach längerer Dauer macht sich eine Abnahme der Körperkraft bemerklich. Wird Jemand einer hochgradigen Kälte plötzlich ausgesetzt, so athmet er unwillkürlich durch die Nase und schliesst den Mund; denn im Anfange wirkt die kalte Luft beklemmend und stechenerregend auf die Athmungsorgane. Die Augenlider vereisen selbst bei Windstille, und damit sie sich nicht schliessen, müssen wir sie öfters vom Eise befreien. Nur der Bart ist weniger mit Eis bedeckt als sonst, weil der (wegen der Bewegung der mit Eiskrystallen erfüllten Luft) rauschend ausgeathmete Hauch sogleich als Schnee niederfällt" . . . „Am empfindlichsten aber drückt sich das Kältegefühl bei bewegungslosem Ver-

---

[1]) Die österreichisch-ungarische Nordpolexpedition in den Jahren 1872/74, Wien 1876, S. 253 ff.

weilen nach einiger Zeit durch das Erkalten der Fusssohlen aus, wahrscheinlich wegen der reichlichen Endverzweigungen der Nerven. Nervöse Abspannung, Apathie und Schlafsucht sind die Folge, und dieses erklärt den gewöhnlichen Zusammenhang des Rastens und des Erfrierens. In der That ist es für eine Reisegesellschaft, welche eine grosse körperliche Leistung bei einer sehr tiefen Temperatur zu vollführen hat, die erste Bedingung, so wenig als möglich stehen zu bleiben, und in der intensiven Erkältung der Fusssohlen während des Mittagrastens ist auch der Hauptgrund zu suchen, warum Nachmittagsmärsche die moralische Kraft in so hohem Grade erschöpfen. Grosse Kälte verändert die körperlichen Ausscheidungen, gleichwie sie das Blut verdickt, während die vermehrte Ausscheidung von Kohlensäure das Nahrungsbedürfniss erhöht. Die Secretion des Schweisses hört gänzlich auf; die der Schleimhaut der Nase und der Bindehaut des Auges dagegen wird permanent vermehrt, der Urin nimmt eine beinahe hochrothe Farbe an, der Harndrang wird erhöht; anfangs tritt Stuhlverstopfung ein, welche fünf und selbst acht Tage anhält und in Diarrhöe übergeht. Eine interessante Wahrnehmung ist auch das Bleichen der Bärte unter diesen Einflüssen."

„15 bis 20° unter Null bilden bei Windstille in der Regel das angenehmste Reisewetter in den arktischen Regionen. Hunger erhöht das Kältegefühl in Folge der verminderten Wärmeerzeugung; ebenso wird es durch Mangel an Schlaf in Folge der Nervenerregung gesteigert. Die Widerstandsfähigkeit gegen die Kälte ist daher abhängig von der Festigkeit des Willens, von körperlicher Abhärtung und Gewöhnung an Strapazen, von Gesundheit, Bewegung, trockener Luft und Windstille. Nächst Weichlingen leiden rheumatische Personen durch sie am meisten." . . .

„Die Gefahr des Erfrierens erheischt unausgesetzte Gegenwehr. Besonders fällt die Nase dem Polarfahrer zur Last. Kaum ist sie als gerettet zu betrachten, so erfrieren die Hände, die so eben mit Schnee gerieben oder die Fusszehen, die selbst während des Marsches häufiger bewegt werden müssen, um nicht zu erstarren. Die Ohren dagegen sind völlig durch die Kapuze vor dem Frost geschützt. Der Eintritt des Erfrierens eines Gliedes wird durch dessen Unempfindlichkeit ausgedrückt und besteht bekanntlich in dem Zurücktreten oder Stauen des Blutes in den Capillaren. Ohne rechtzeitige Hilfe steigert sich dieser Zustand bis zur vollsten Sprödigkeit und Härte. Geringere Frostschäden überwindet man durch Reiben mit

Schnee; bei grosser Kälte aber tritt zuweilen das prickelnd wiederkehrende Gefühl erst nach einstündigem Reiben ein. Unter allen Umständen bildet gefrierendes Wasser auch mit Zusatz von etwas Salzsäure das vorzüglichste Belebungsmittel, und beim Eintauchen eines unter sehr tiefer Temperatur erfrorenen Gliedes in jenes pflegt sich dasselbe sofort mit einer Eisdecke zu überziehen. Unter langsamer Steigerung der Wassertemperatur thaut das erfrorene Glied langsam auf. Je länger Personen ununterbrochen einer tiefen Temperatur ausgesetzt sind, desto grösser wird ihre Empfindlichkeit für dieselbe; ihre Nasen, Lippen und Hände schwellen an und erhalten eine pergamentartige Haut, welche zerspringt und den geringsten Windhauch schmerzhaft empfinden lässt.“ . . .

Andererseits sind katarrhalische Erkrankungen in den Polargegenden viel seltener als man erwarten sollte, trotzdem der Polarbewohner häufigen und plötzlichen Temperaturwechseln ausgesetzt ist. Diese Thatsache hat jedenfalls darin ihren Grund, dass in den Polargegenden Kleidung, Wohnung und Gebräuche alle sorgsam darauf gerichtet sind, Kälte und Witterungswechsel in möglichst wirksamer Weise zu bekämpfen. Insbesondere aber fällt hier ins Gewicht, dass pathogene Mikroorganismen hier völlig fehlen, wenn solche nicht eingeschleppt wurden.

Durch die Athmung und Verdunstung werden der äusserst dampfarmen Luft grosse Wassermengen aus dem Körper zugeführt und daher das Durstübel, welches für den Polarreisenden oft eine sehr schlimme Plage ist, ein Leiden, welches er mit dem Wüstenreisenden theilt. Zwar kann durch den Genuss des Schnees der Durst momentan gestillt werden, indessen ist eine solche Stillung des Durstes gefährlich, wenn die Temperatur des Schnees erheblich unter dem Gefrierpunkte liegt; die gewöhnlichen Folgen einer solchen Abhilfe sind dann Entzündungen des Rachens und der Zunge, rheumatische Leiden, Zahnleiden, Diarrhöen u. dergl. „Schnee von 30 bis 40° unter Null erzeugt ein Gefühl im Munde gleich dem glühenden Metalls und erhöht den Durst, statt ihn zu mildern durch Entzündung der betreffenden Schleimhäute. Selbst die Eskimos ziehen es daher vor, lieber den höchsten Grad von Durst zu leiden als Schnee zu essen, und nur die Tschuktschen pflegen ihn mit grossem Behagen als Nachtisch zu ihren stets kalt genossenen Speisen zu verzehren.“

Von äusserst drückender Wirkung auf das Gemüth des Polarreisenden ist die Monotonie der lange anhaltenden Nacht, wozu

noch die Unbilden der Witterung, wie Kälte und Stürme sich gesellen. Allgemeine Abspannung, geistige Erschlaffung, grosse Reizbarkeit, Mangel an Appetit, Schlafsucht mit Schlaflosigkeit wechselnd, das sind die Folgeerscheinungen der langen Winternacht.

Die schrecklichste Krankheitsform der Polarländer ist der Skorbut, welchem schon zahllose Opfer anheimgefallen sind. Unzweckmässige Nahrung, übermässig starke Strapazen, herabgesetzte Gemüthsstimmungen, enge schlecht ventilirte Wohnräume u. dergl. sind der Entstehung und der Entwickelung günstig. Uebrigens ist diese Krankheit nicht allein auf die Polarländer als solche beschränkt, sondern dieselbe hat eine ausserordentlich grosse Verbreitung, insbesondere auf der östlichen Halbkugel. Skorbut ist weit verbreitet in vielen Gegenden Asiens; in Europa kommt er in Südrussland, in den russischen Ostseeprovinzen, stellenweise auch in Skandinavien vor; in Afrika ist er heimisch zwischen dem Aequator und dem nördlichen Wendekreise, in Australien in Neu-Süd-Wales, in Nordamerika in Canada und in den südlichen Gebietstheilen von Alaska. Viele allgemeine Ursachen scheinen das Auftreten dieser Krankheit zu begünstigen, so feuchte Luft, verbunden mit grossen Wärmeschwankungen und überhaupt „schlechtes Wetter“. Indessen sind die Mittel, welche gegenwärtig zur Bekämpfung des Skorbuts wirksam zu Gebote stehen, so zahlreich geworden, dass die Erkrankungen sich sehr vermindert haben. Die wichtigste Behandlungsart bleibt die diätische.

Wenn wir absehen von den verhältnissmässig häufigen Verunglückungen durch Ertrinken oder bei Schneestürmen, so sind die Sterblichkeitsverhältnisse der Polargegenden im allgemeinen nicht ungünstig zu nennen. Malaria, Cholera, Cholera infantum, infectiöse Darmkrankheiten sind in diesen Gegenden äusserst selten, ein Umstand, welcher darin seinen Grund haben dürfte, dass die Krankheitserreger dort keine günstigen Verhältnisse zu ihrer Entwickelung haben und dass auch die Einschleppung von Ansteckungskrankheiten bei dem spärlichen Verkehr bedeutend erschwert wird. So wird das Sommerklima Spitzbergens von den Engländern sehr gerühmt, welche den Sommer dort vielfach in ihren Jagden verleben; ein solcher Aufenthalt sowie die Gletschertouren sollen der Gesundheit in hohem Maasse zu Gute kommen. Auffallend erscheint es, dass die Phthise und die Pneumonie an den Westküsten von Grönland, sowie in Canada sehr häufig angetroffen werden, während sie sonst in den Polarländern wenigstens der östlichen Hemisphäre so gut wie ganz fehlen.

Namen- und Sachverzeichniss.

A.

Aitken 56, 58, 59, 155.
Aktinometer 71.
Ammoniak, Eigenschaften, Vorkommen 41.
— hygienische Bedeutung 43.
Angot 68.
April, Veränderlichkeit 74.
Assmann, Aspirationsthermometer 74.
Athmen 11.
— in verdünnter Luft 272.
Athemluft, Wärmemengen bei Erwärmung d. A. 127.
Athmung, Verhalten von Sauerstoff und Stickstoff 13.
August, Psychrometer 19.
Aussatz 291.

B.

Bacillen 62.
Bakterien, Eintheilung, Vermehrung, Eigenschaften 62.
— Mengen in der Luft 65.
Barisches Windgesetz 200.
Barometrische Maxima 198.
— — mittlere Dauer in Deutschland 240.
— — Temperaturvertheilung in den 242.
— — Nebel in den 242.
— — Niederschläge in den 243.
Barometrische Minima (Depressionen) 197.
— — Fortpflanzung 226.
Barometrische Minima, Zugstrassen 229.
— — mittlere Dauer in Deutschland 240.
— — Witterungsvorgänge bei Vorübergang derselben 226.
Barral 126.
van Bebber 81, 114, 146, 165, 211, 217, 230, 240, 242, 245.
Beleuchtung 35.
Berg- und Thalwinde 253.
Beri Beri 290.
Berson 267.
Bewölkung, Einfluss auf die Temperatur 81.
— heitere und trübe Tage 160.
— in Bezug auf Luftdruckvertheilung 224.
— im Gebirge 252.
Blanford 218, 259.
Blattern 312, 314.
Blenck 193.
Blitz 189.
Blitzableiter 195.
Blizzard 217.
Blüthenstaub in der Luft 56.
Bodentemperatur 145.
— hygienische Bedeutung 148.
Bora 123, 215.
Boyle 10.
Brämer 193.
Brechdurchfall der Kinder 306.
Brodie 157.
Buchanan 319.
Burán 217.
Buttersack 312.
Buys Ballot's Gesetz 200.

C.

Caloric 18.
Campbell, Sonnenscheinautograph 161.
Chamsin 216.
Chevers 290.
Cholera, indische 286, 308.
Cholera nostras 308.
Circulation der Atmosphäre, allgem. 203.
Cirro Ferrari 191.
Cook 216.
Cramer, E. 26.
Croup 315, 317.
Crova's Apparat zur Messung der Sonnenstrahlung 72.

D.

Darmkatarrh 307.
Denguefieber 285.
Diphtherie 318.
Dobson 136.
Dove 214, 220.
Drapers 296.
Dufour 72.

E.

Ebermayer 152, 259, 261.
Eigenwärme 124.
— tägliche Periode 125.
— Erhaltung der 126.
Einzelerscheinungen der Witterung, hygienische Bedeutung 5.
Elephantiasis 292.
Elfert 160.
Erfrieren 322.
Erismann 51.
Erkältungen 141.
Etesien der Griechen 206.

F.

Feuchtigkeit (siehe auch Luftfeuchtigkeit).
— absolute, relative, Sättigungsdeficit 18.
— der Athemluft 25.
— in der Höhe 252.
Feuchtes Klima, Wirkung auf den menschlichen Organismus 203.
Felkin 292.
Ferrel 203.
Fischer 35.
Fleck 33.
Flügge 34, 39, 49, 141, 307.
Fodor 58.
Föhn 214, 254.
Frankland 73, 185.
Frühjahr, Wärmezunahme im 86.
— Luftdruckvertheilung in Europa im F. 254.

G.

Gase, indifferente, irrespirable 50.
— giftige, riechende 52.
Gebirge, Einfluss auf Niederschläge 164.
Gelbfieber 283.
Gelenkrheumatismus 320.
Gemässigte Zonen, Charakteristik 265.
— — Hygiene 293.
Gewitter, Blitz 189.
— Fortpflanzung 190.
— Wetter beim 191.
— geographische Verbreitung 191.
Golfstrom, Einfluss auf das Klima 123.
Grafian und Petermann 32, 44.
Grundwasser 186.
Guineawurm 292.

H.

Hann 77, 93, 94, 96, 165, 205, 216, 243, 247, 256.
Harmattan 217.
Harnausscheidung 27.
Hautwärme, Beziehung zur Witterung 133.
Hegyfoky 144.
Heitere Tage, Häufigkeit 160.
Hellmann 173, 180.
Helmholtz 127.
Herbst, Luftdruckvertheilung in Europa 246.
Hesse 58.
Hippokrates 269.
Hirsch 185, 282, 283, 286, 291, 306, 308, 310, 316.
Hitzschlag 137, 310.
Hochdruckgebiet 198.
Höhe, grösste erreichte 267.
Höhenklima 251.
Horn 182.
Hornberger 255. 257.
Howard 157.
Hutchinson 11.
Hygiene der Klimate 267.
— der Tropen 270.
— der gemässigten Zonen 293.
— des polaren Klimas 321.

Hygienische Bedeutung der Luftfeuchtigkeit 25.
— — der Niederschläge 183.
— — der Temperatur 124.
— — des Waldes 259.
— — des Windes 217.

I, J.

Jacubasch 137.
Jährliche Periode der Luftfeuchtigkeit 21, 24.
— — der Lufttemperatur 78.
— — der Niederschläge 166.
Influenza 312.
Interdiurne Aenderungen der Temperatur 91.
Isobaren 197.

K.

Kalmengürtel 205.
Kältepole 122.
Kälterückfälle im Mai und Juni 108.
Keuchhusten 317.
Kindersterblichkeit 301.
Kleidung in Bezug auf Wasserabgabe vom Körper 28.
— — auf Wärmeökonomie 129.
Klima 247.
— Land- und Seeklima 247.
— Höhenklima 251.
Klimate, Hygiene der 267.
Klimazonen 262.
König 35.
Köppen 74, 109, 172.
Kohlensäure, Eigenschaften, Vorkommen 30.
— in der Grundluft 33.
— in geschlossenen Räumen 34.
— bei Heizung und Beleuchtung, in Fabriken 35.
— Kreislauf 41.
Kohlenwasserstoff 50.
Krankheiten der Jahreszeiten 302.
Kremser 96, 97, 144, 180.
Krieger 127.
Kunkel 131.

L.

Landregen 227.
Land- und Seeklima 247.
Land- und Seewinde 207.
Landwind 249.
Landwind in tropischen Küstengebieten 221.
Langley 68.
Leberabscess 290.
Leste 216.
Leveche 216.
Liebig 39.
Lombard 299.
Londoner Nebel 156.
Lorenz v. Liburnau 256, 257, 258.
Luft, Bedeutung für den Menschen 1.
— Bestandtheile 11.
— physikalische Eigenschaften 7.
— Reinigung durch den vertikalen Luftaustausch 210.
— Trägerin der Witterungserscheinungen 2.
— Unveränderlichkeit der Zusammensetzung 40.
Luftaustausch, vertikaler 210, 221.
Luftbewegung, hygienische Bedeutung 217.
Luftcirculation, allgemeine 203.
Luftdruck in der Höhe 9, 15.
— Gesammtdruck auf der Erdoberfläche 9.
— Schwankungen 14.
Luftdruckvertheilung und Wetter 243.
Luftdruck und Wind 197.
Luftelektricität 189.
Luftfeuchtigkeit 21.
— hygienische Bedeutung 25.
— Wirkung auf Mikroorganismen 29.
Lufttemperatur (siehe auch Temperatur) 70.
— wahre 73.
— Messung 74.
— Abnahme mit der Höhe 76.
— periodische Aenderungen 78.
— Mittelbildung 82.
— Tabellen 87.
— nichtperiodische Aenderungen (interdiurne) 91.
— Vertheilung über der Erdoberfläche 108.
— Wärmegürtel der Erde 109.
— Vertheilung der Extreme 114.
— hygienische Bedeutung 124.
Luftwechsel in Wohnungen etc. 37.
Lungencapacität 11.
— -entzündung 314, 318.
— -schwindsucht 319.

M.

Madurafuss 292.
Magelssen 125, 135.
Malaria 278, 313.

Mantel 182.
Mariotte'sches Gesetz 7.
Masern 313.
Meeresströmungen 250.
Mensch, Verbreitung über die Erde 2.
Mermod 271.
Meyer, H. 20, 155, 176.
Mikrokokken 62.
Mikroorganismen 60, 149.
Miquel 65.
Mistral 215.
Mittelwerthe, Bedeutung 5.
Monsune 205, 249.
Moorrauch 55.
Müttrich 258.

N.

Nacht- und Tagwinde 253.
Nebel 154.
— Lichtabsorbiren 185.
— in barometrischen Maxima 242.
Niederschläge (siehe auch Regen) 150.
— tägliche und jährliche Periode 164.
— Einfluss der Gebirge 164, 252.
— Vertheilung über die Erdoberfläche 166.
— Veränderlichkeit 179.
— gleichzeitige räumliche Vertheilung 182.
— hygienische Bedeutung 183.
— als Luftreiniger 184.
— in barometrischen Maxima 243.
Nord- und Südländer 294.
Northers 215.
Northwesters in Bengalen 217.

O.

Ozon 45.
— hygienische Bedeutung 47.

P.

Palgrave 216.
Passat als Regenwind 253.
Passatwinde 204.
Payer 321.
Perlewitz 105.
Pest 293.
Petermann u. Grafian 32, 44.
Pettenkofer 33, 34, 317.
Phthise 319.
Pneumonie 314, 318.
Polarklima, Hygiene 321.
Polarnacht 269.
Polarzonen, Charakteristik 266.
Protozoen 65.
Psychometer nach August 19.
Puerperalfieber 317.
Púrga 217.

R.

Rankin 57.
Ratzel 294.
Recknagel 196.
Reif und Thau 154.
Regengebiete der Erde 174.
Regenmengen, Verbreitung über die Erde 170.
Regenmesser 163.
Regenverhältnisse Deutschlands 177.
Region der Windstillen 205.
Renk 25, 44, 50, 126, 127, 298.
Rosenthal 125, 127.
Rubner 35, 39, 127, 131, 134, 146.
Ruhr 285, 308.

S.

Salpeter- und salpetrige Säure 43.
Salzsäure in der Luft 52.
Samum 216.
Sättigungsdeficit 18, 20.
Sauerstoff in der Luft 13, 37.
— und Kohlensäure-Kreislauf 41.
Scharling 34.
Schellong 274, 277.
Schimmelpilze 61.
Schleuderthermometer 74.
Schnee, Luftreiniger 184.
Schöne 49.
Schuler 36.
Schwefelregen 56.
Schwefel- und schweflige Säure in der Luft 51.
Schwefelwasserstoff in der Luft 53.
Schweiss, Ausscheidung 26.
Schweissfriesel 309.
Scirocco 215.
Seebrise 249.
Seehöhe, Einfluss auf die Temperatur 121, 123.
Seeklima 247.
Singer 146.
Skorbut 269, 323.
Smart 311.
Sommer, Luftdruckvertheilung in Europa 246.
Sonnenconstante 68.
Sonnenlicht, hygienische Bedeutung 186.
Sonnenschein, Dauer 161.

Sonnenstich 138, 277, 310.
Sonnenstrahlung 67, 251.
Spaltpilze siehe Bakterien 62.
Spirillen 62.
Sprosspilze 61.
Staub in der Luft 54.
— — — — hygienische Bedeutung 60.
Stephanos 307.
Sterblichkeit in Deutschland 298.
— nach Jahreszeiten und Alter 299.
— in den Tropen 275.
— und interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur 144.
Stickstoff, Menge in der Luft 13, 38.
Stokvis 276, 278.
Strahlende Wärme 67.
Stürme und Sturmwarnungen 220.
Süd- und Nordländer 294.
Sumpfgas 50.

T.

Tageslänge, grösste in verschiedenen Breiten 70.
Tag- und Nachtwinde im Gebirge 253.
Tägliche Periode der Feuchtigkeit 21.
— der Lufttemperatur 78.
Teisserenc de Bort 245.
Temperatur (siehe auch Lufttemperatur) 67.
— im Walde 255.
— Ertragung hoher und niedriger 136.
— Sprünge 219.
— Vertheilung in Maxima 242.
Thal- und Bergwinde 253.
Thaupunkt 18.
Thau und Reif 154.
Theildepression 228.
Thermometer 74.
— -gehäuse 74.
Tornados 217.
Torricelli's Versuch 8.
Trockenes Klima, Wirkung auf den Menschen 29.
Tropen, gesunde Gegenden, Höhenklima 273.
— Sterblichkeit 275.
Tropenkrankheiten 274.
Tropenzone, Charakteristik 262.
— Hygiene 270.
Trübe Tage 160.
Typhoid 315, 316.

U.

Ucke 15.

V.

Ventilation 39.
Veränderlichkeit der Niederschläge 179.
Verdunstung 150.
— in Gebirgshöhen 252.
Verunglückungen durch Blitz 195.
Vincent 133.
Vierordt 13.
Violle, Sonnenconstante 68.
Voit und Pettenkofer 34.

W.

Wald 254.
— hygienische Bedeutung 259.
Wanderungsfähigkeit des Menschen 268.
Waring 290.
Wärme (siehe auch Lufttemperatur).
— -abgabe durch Athmung 128.
— -abnahme mit der Höhe 251.
— -einheit 18.
— -extreme, Vertheilung über der Erde 114.
— -gürtel der Erde 109.
— -produktion des Menschen 126.
— -regulirung 135.
Wasserabscheidung aus dem Körper 26, 27.
Wasserdampf in der Luft 17, 252.
Wasserstoffsuperoxyd 48.
Wasserversorgung 188.
Wetter, Ausdrücke für W. 222.
— und Luftdruckvertheilung 243.
Wetterkarten 197.
Wettertypen 230.
Wild 21, 77, 146, 180.
Wind und Luftdruck 197.
— im Sommer und Winter 208.
— hygienische Bedeutung 217.
— schädliche Wirkung 222.
— Wirkung, abhängig vom Ursprung 225.
Winde, continentale und maritime 219.
— östliche 213.
Windgesetz, barisches 200.
Windrichtung, Periode 210.
Windrosen 219.
Windstärken an der deutschen Küste 213.
Windstillen, Häufigkeit an der deutschen Küste 213.
— -zone 205.
Windverhältnisse Deutschlands 211.

Winkelmann 182.
Winter, Luftdruckvertheilung in Europa 244.
Witterungserscheinungen bei Vorübergang einer Depression 226.
— beeinflusst durch den Wald 255.
Woeikof 21, 247.
Wohnungen, Beziehung zur Lufttemperatur 134.
— Ventilation durch den Wind 221.
Wolffhügel 46.
Wolken 157.
Wollny 187.

Y.

Yaws 291.

Z.

Zugluft 36, 218.
Zugstrassen der Minima 229.

Berichtigung.

Auf Seite 187, Zeile 12 von oben, ist „geringsten" mit „höchsten" zu vertauschen.





Accession no.

Author Bebber,W.J.
lygienische Meteo-
rologie.

Call no. 19th
cent
RA793
B42
1895

